

doi: 10.5862/MCE.58.1

Конференция «Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения»

The conference “Inspection of buildings and structures: problems and solutions”

Ключевые слова: обследование зданий;
техническая диагностика; неразрушающие методы
контроля; большепролетные сооружения;
обследование памятников архитектуры

Key words: conference; inspection of
buildings; structure testing; non-destructive
methods; large-span structures; survey of
historic buildings

Аннотация. В статье кратко освещены основные доклады конференции «Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения», проходившей 15–16 октября 2015 г. в Санкт-Петербурге. Тематика конференции охватывала опыт обследования различных видов конструкций, от большепролетных спортивных сооружений до памятников архитектуры, рассматривались разрушающие и неразрушающие методы оценки механических свойств различных строительных материалов.

Abstract. The article briefly covers the main reports given on the conference “Inspection of buildings and structures: problems and solutions” that took place in Saint-Petersburg on October, 15th–16th. The conference covered the big range of subjects: the experience in inspection of various structures, from large-span sports structures to historical buildings; the non-destructive and direct methods for evaluation of the mechanical properties of various construction materials and so on.

15–16 октября в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого проходила VI Международная научно-практическая конференция «Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения». Постоянно расширяя свой формат, в этом году конференция впервые проходила в течение двух дней; в ней приняли участие около 200 слушателей и 26 докладчиков.



Тематика конференции также расширилась. В этом году особое внимание было уделено обследованию уникальных и технически сложных объектов. Так, доклад Владимира Филипповича Мущанова, д.т.н., профессора, проректора по научной работе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, был посвящен обследованию большепролетных покрытий спортивных сооружений. Такие сооружения, как правило, являются уникальными благодаря величине пролета. В.Ф. Мущанов рассказал об опыте обследования нескольких московских

объектов, построенных к Олимпиаде-80, а также об использовании этого опыта в мониторинге спортивных сооружений, построенных к Евро-2012 в Украине.

Основная часть описанных сооружений относится к мембранному типу, в связи с чем докладчик описал основные факторы, которые необходимо учитывать при обследовании мембранных конструкций.

1. Снеговые нагрузки приобретают особое значение в связи с большой площадью покрытия. Необходимо проводить расчет как на период снегопада, так и на период, когда снег слежался, частично сползает и т.п.
2. Необходимо учитывать изменчивость толщины проката, т.е. уточнять коэффициент условий работы.
3. Антикоррозионная обработка может проводиться только после тщательного исследования коррозионного износа. Поскольку температурно-влажностный режим по покрытию неоднороден, то коррозия металла также происходит неравномерно: например, в обследованных сооружениях коррозия составляла 0,5–0,6 мм за 5 лет в центре покрытия, а по краю проникала практически на всю толщину металла.
4. Необходим учет геометрических несовершенств конструкции.
5. Необходимо проводить уточненный перерасчет с учетом «генетической» и конструктивной нелинейности.

Конференция «Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения»

По опыту обследования спортивных сооружений в Москве В.Ф. Муцанов и его коллеги сформулировали комплексную модель мониторинга уникальных большепролетных сооружений, включающую три этапа:

- 1) фиксирование и анализ начального состояний конструкций, подготовка к сдаче в эксплуатацию;
- 2) создание системы онлайн контроля напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций сооружения;
- 3) эксплуатация системы онлайн контроля.

Помимо экспресс-анализа наиболее ответственных элементов конструкции, необходимы численная оценка вероятности отказа на каждом этапе строительства и эксплуатации.

Неудовлетворительное состояние многих элементов обследованных сооружений показало, что для таких уникальных объектов необходимо применять проектирование на основании методов теории надежности. В дальнейшем полученные данные могут быть использованы для получения частных коэффициентов надежности для использования в проектировании типовых объектов.

Помимо доклада В.Ф. Муцанова, обследованию большепролетных спортивных сооружений (более частным случаям) были посвящены выступления Сергея Дмитриевича Федотова, главного инженера ПНИПКУ «Венчур», «Результаты обследования вантового покрытия СК «Юбилейный» в г. Санкт-Петербург» и Николая Михайловича Жерносека, заместителя директора по научной работе ОДО «Техническая диагностика сооружений» (г. Брест, Беларусь). В последнем докладе описывался опыт обследования ледового дворца в Бресте. Причинами обследования стали появление крупных сквозных трещин в стенах, повреждение штукатурного покрытия, трещины в перегородках, повреждение панелей подвесного потолка, растрескивание остекления фасада. При этом состояние основания (свайный фундамент), качество использованных материалов – металла и газобетона, качество железобетонных перекрытий были вполне удовлетворительными. Таким образом, основными причинами разрушения здания стали качество строительно-монтажных работ и условия эксплуатации. Обследователи выявили следующие дефекты СМР:

- жесткое соединение стен с каркасом;
- отсутствие заложенных в проекте деформационных швов;
- перекрытие существующих деформационных швов армопоясами;
- применение в штукатурке цементно-песчаных растворов с низкой паропроницаемостью.

Кроме того, при поверочном расчете было обнаружено, что даже заложенных в проекте деформационных швов для стен с заполнением из газосиликата недостаточно. В отечественных нормах предполагается шаг 60 м, в то время как, например, в Еврокодах для газосиликатных стен шаг системы деформационных швов – 6 м.

Другой важной причиной неудовлетворительного состояния сооружения стали непроектные условия эксплуатации: внутренняя температура значительно ниже проектной, влажность – значительно выше. Это приводило к образованию конденсата на внутренней поверхности стен и, соответственно, к их разрушению.

В результате возникла необходимость ремонта стен – в данном случае было принято решение об армировании конструкции специальными спиральными стержнями. Это сравнительно новая технология, поэтому потребовались лабораторные испытания газобетонной кладки, усиленной данными стержнями.

Подробнее о данной технологии на этой же конференции рассказывал Ян Фиала, технический директор представительства компании «Construction Products Solutions International Ltd.» (Чехия). Основным преимуществом технологии CPSI, по его мнению, является минимальное нарушение целостности конструкции – стержни вставляются в горизонтальные швы с одной стороны стены. Помимо усиления стен, их можно использовать в качестве анкеров для соединения многослойных конструкций. Спиральные стержни активно применяются в Европе для ремонта и усиления памятников архитектуры, включая арочные конструкции.

Об обследовании исторических зданий на примере Санкт-Петербурга в своем докладе рассказывал д.г.-м.н., генеральный директор ГК «Геореконструкция» Алексей Георгиевич Шашкин. По его мнению, необходим пересмотр подхода к формированию программы



капитального ремонта исторических зданий. Сейчас данная программа базируется на сроке службы, то есть возрасте зданий. Более рациональным подходом будет постоянный мониторинг технического состояния зданий, позволяющий выявить объекты, действительно нуждающиеся в капитальном ремонте. Для этого необходима разработка способов оценки категории состояния здания без существенных вмешательств в конструкцию и нарушения внешнего вида. Исходя из опыта обследования исторических зданий, А.Г. Шашкин предлагает, помимо визуального обследования, использовать мониторинг развития деформаций во времени, например, динамику осадки разных элементов здания. Категория технического состояния достаточно просто коррелирует с необходимостью капитального ремонта здания:

- при работоспособном состоянии капремонт не требуется;
- при ограниченно работоспособном (при условии проведения мониторинга) – постановка на капремонт в зависимости от результатов мониторинга;
- при ограниченно работоспособном (при условии проведения усиления) необходим плановый капремонт;
- при аварийном состоянии необходим экстренный капремонт.

О нетрадиционном методе мониторинга деформаций зданий – фотограмметрии – в своем докладе рассказал к.т.н., генеральный директор ООО «НПП Фотограмметрия» Александр Евгеньевич Войнаровский. В основном для подобных целей используются геодезические приборы и различные датчики линейных и угловых перемещений, однако нужно учитывать, что одномоментно каждый из них может измерить положение отправной точки и выполнить какой-либо один промер. Это затрудняет исследование быстрой деформации. Преимущество методов фотограмметрии заключается в возможности фиксировать неограниченное количество целей и отслеживать их перемещение, что важно при мониторинге быстро протекающих процессов. Докладчик отметил, что метод обеспечивает высокую точность измерений, которая соизмерима с показаниями самых точных геодезических приборов.



Традиционно на данной конференции обсуждался вопрос о прямых и неразрушающих методах контроля состояния конструкций. Доклад Гвидо Тронка, руководителя направления испытаний бетона компании «Proceq SA», был посвящен этому вопросу в отношении определения прочности бетона. Определение прочности бетона разрушающим методом (отбором кернов) дает точные результаты, но только в отношении конкретного места в конструкции. Кроме того, отбирать керны можно не в любом месте конструкции; не всегда есть возможность сделать испытания необходимого количества элементов. Поэтому большую популярность имеют также неразрушающие методы, такие как молоток Шмидта или ультразвуковой метод.

Основным недостатком неразрушающих методов является невозможность их самостоятельного использования. Точнее, их можно использовать только для качественной оценки состояния конструкции, в частности, определения мест для применения разрушающих методов. Для того чтобы использовать неразрушающие методы в количественной оценке, необходимо построение градуировочных зависимостей. Можно, конечно, использовать зависимости, предлагаемые производителями приборов или найденные в литературе, но обычно результаты, полученные на основе таких зависимостей, оказываются неточными. Для построения зависимостей для конкретной конструкции необходимо сначала определить прочность бетона в нескольких точках разрушающими методами, а затем построить по ним кривую, по которой впоследствии можно определить прочность в других точках, уже используя неразрушающие методы. Таким образом, применение отбора кернов все равно необходимо, но количество таких проб может быть значительно сокращено.

Другим важным материалом, прочность которого требуется определять при обследовании зданий, является каменная кладка. Ведущий инженер ПНИПКУ «Венчур» Сергей Владимирович Зубков в своем докладе проанализировал различные методы определения механических свойств каменной кладки. Классическим здесь является метод, рекомендованный СНиП II-22-81, основанный на формуле Л.И. Онищика. Данный подход сложен в применении, поэтому постоянно проводится поиск альтернативных способов. Неразрушающие методы контроля не показывают приемлемых результатов. Ведутся исследования метода выбуривания кернов в применении к каменной кладке, результаты пока неоднозначные: современная кладка показывает определенную корреляцию, историческая – нет. Метод, описанный в новом ГОСТ 32047-2012, может использоваться только в новом строительстве, для существующей кладки он неприменим.

Конференция «Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения»

С.В. Зубков в своем докладе рассказал о методе flat-jack testing, или плоских домкратов. При использовании этого метода элемент кладки испытывается прямо внутри конструкции: в горизонтальные пропилены на определенном расстоянии друг от друга вставляются домкраты, которые доводят фрагмент кладки до полуразрушения. За рубежом этот метод используется довольно активно: стандарты на использование flat-jack testing были разработаны в Италии, затем в США. Тем не менее, по мнению докладчиков, стандарты ASTM (США) недостаточно проработаны, например, непонятно, каким образом в них учитывается жесткость кладки. Для испытаний метода в российских условиях С.В. Зубков с коллегами при поддержке НПП «Интерприбор» разработали собственный аналог данного прибора. Его испытания ведутся в данный момент.

В докладе Сергея Борисовича Шматкова, к.т.н., директора ООО «Спецвысотстройпроект» (Челябинск), освещалось обследование таких специфических сооружений, как дымовые трубы. Конкретно он рассказывал о железобетонных дымовых трубах первой массовой серии – построенных в 1940-х–60-х гг. Технология их строительства была заимствована из США и Канады сразу после Великой отечественной войны. С.Б. Шматков, имея значительный опыт обследования таких труб, выделил основные причины их обрушения.

1. Недостатки проектирования:

- низкая проектная прочность бетона;
- ненормируемые морозостойкость и водонепроницаемость бетона;
- малое количество арматуры, использование ее только по наружной грани – «однослойное армирование»;
- узлы футеровки выполнены для «сухого» режима работы, а трубы эксплуатируются в «мокром».

2. Недостатки строительства в основном вызваны тем, что бетон готовился на объекте:

- прочность бетона в разы ниже проектной;
- очень крупный заполнитель;
- заниженный защитный слой бетона;
- оголенная арматура;
- плохое уплотнение бетона.

3. Недостатки эксплуатации связаны с изменением вида топлива: трубы, спроектированные под уголь, сейчас в основном используются для природного газа. Это приводит к принципиальной смене температурно-влажностного режима.

Помимо собственно методов обследования и диагностики важным вопросом является интерпретация полученных при обследовании данных. Иногда при нестандартных испытаниях процесс получения каких-либо закономерностей достаточно сложен. О таком опыте рассказывал в своем докладе «Использование когнитивных технологий для обработки экспериментальных данных» Сергей Николаевич Савин, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. На примере исследования гнутых арматурных стыков докладчик рассказал об осмыслении результатов с использованием технологии обработки SpaceWalker. Она позволяет с помощью создания специальных облаков данных выявить корреляции и отследить, при каких условиях исследуемые точки связаны между собой. Этот метод обработки результатов помог С.Н. Савину понять, что влияние арматуры при высоких динамических нагрузках несущественно по сравнению с уровнем динамической нагрузки.



В качестве своеобразного резюме можно привести вывод по докладу директора ООО «РостПроект» Антона Ивановича Измутьева. Он рассказывал об опыте обследования чаши бассейна в Челябинске, которая полностью обрушилась еще до введения в эксплуатацию. Результаты обследования показали, что и проект изначально не обеспечивал требуемую несущую способность, и при строительстве были допущены принципиальные нарушения технологии. Кроме того, вина за случившееся в данном случае лежит и на техническом надзоре, закрывшем глаза на данные нарушения и отсутствие необходимых гидравлических испытаний. Таким образом, ответственность не только за качество строительства, но и за жизнь и здоровье людей, находящихся в здании, несут все участники жизненного цикла здания: проектная организация, строители, эксплуатационная компания и даже обследователи.

**Текст: В.М. Якубсон, Е.И. Архипова
Фотографии: В.В. Корнеев**