

## **ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Егупов К.В., Якушев Д.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
г. Одесса Украина

**АНОТАЦІЯ:** У статті розглянуті деякі питання динамічного обстеження будівель і споруд.

**АННОТАЦИЯ:** В статье рассмотрены некоторые вопросы динамического обследования зданий и сооружений.

**ABSTRACT:** The article discusses some of the issues of dynamic inspection of buildings and structures.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** динамическое обследование строительных конструкций, паспорт сооружения, собственные колебания.

Совершенствование национальной нормативной и правовой базы в области строительства, развитие современных технологий расчетного обоснования проектных решений, основанных на численном моделировании, внедрение современных методик и оборудования контроля качества производства работ позволило, в целом, в строительной отрасли сформировать качественно новый подход к вопросам обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений. В то же время, недостаточно внимания уделяется вопросам эксплуатации существующих зданий и сооружений. Изменения требований государственных строительных норм, предъявляемых к строительным конструкциям, формально должны быть учтены при проведении обследовательских работ при составлении паспортов сооружений. Так, в 11.14 [1] содержится прямое указание на необходимость составления технического паспорта для реконструируемых и усиливаемых объектов на соответствие классу (уровню) сейсмостойкости. Современным направлением оценки технического состояния строительных конструкций,

включая оценку фактической сейсмостойкости, является использование методов динамических испытаний. Не останавливаясь на методиках их проведения, следует отметить, в целом, эффективность по сравнению с «традиционным» обследованием при значительном снижении трудоемкости.

В то же время, в [2], стр. 17 «..специалисты НИЦ столкнулись с проблемой, когда заказчики работ – проектные организации - не смогли использовать полученные фактические динамические характеристики зданий в расчетно-аналитических оценках сейсмостойкости.»

К сожалению, широкому внедрению методов динамического обследования (в том числе паспортизации) строительных конструкций зданий и сооружений не способствует отсутствие специальных нормативных документов и методических разработок соответствующей тематики. Так, в РФ введен в действие документ [3], регламентирующий, в том числе, измерение динамических параметров. Еще одним фактором, снижающим привлекательность использования методов динамического обследования для практического применения, является высокая стоимость применяемого специального оборудования.

Сотрудники кафедры Энергетического и водохозяйственного строительства ОГАСА выполняют значительный объем работ, связанных с «традиционными» обследованиями существующих зданий и сооружений. В процессе выполнения таких работ сложился определенный алгоритм их выполнения, включающий, в том числе, численное моделирование строительных конструкций с применением программных комплексов, реализующих МКЭ для определения напряженно-деформированного состояния отдельных элементов и объекта в целом для различных условий его эксплуатации. Однако, при таком подходе, критичным становится вопрос верификации создаваемых расчетных моделей.

Наиболее часто упоминаемыми динамическими характеристиками зданий и сооружений, безусловно, являются частоты и формы собственных колебаний. Анализ полученных по результатам численного моделирования частот и форм собственных колебаний позволяет опытному инженеру внести изменения в проектные решения, судить о корректности моделирования в целом. (В качестве примера можно привести упрощенный прием оценки соответствия проектируемого здания требованиям [1], табл. 6.8 – Допустимые значения перекосов этажей по величине вычисленного периода первой собственной форме колебания из условия: - не более 1 с на 30 м высоты, что является видоизмененной формулировкой рекомендаций Федерального бюро мелиорации США).

На кафедре ЭВС ОГАСА разработан и применяется комплект регистрирующей аппаратуры и специального ПО, позволяющей выполнять измерения и определение низших форм и частот колебаний с применением

стандартных аналоговых короткопериодных сейсмоприемников СМ-3КВ (по ТУ 4314-001-02698826-01) или аналогичных им. Работа комплекса позволяет производить запись изменений скорости по двум каналам с одновременной обработкой получаемых сигналов, основанной на быстром преобразовании Фурье, с получением спектрального распределения мощности. Анализ результатов измерений специализированных комплексов (DAS-3, используемого при проведении микросейсмического районирования, специализированного комплекса используемого отделом Автоматизации исследований и сейсмостойкости зданий и сооружений НИИСК) и собственной разработки при выполнении измерений для здания корпуса факультета ГТС ОГАСА показал хорошее совпадение полученных данных. На рис. 1 представлены общий вид расчетной схемы здания со схемой установки датчиков по одной из серий измерений, а в табл. 1 - полученные результаты.

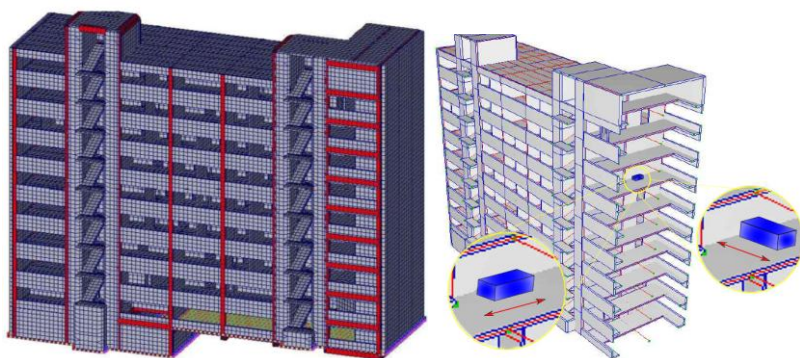


Рис. 1. Корпус факультета ГТС ОГАСА. Расчетная схема.  
Схема установки измерительной аппаратуры

Таблица 1  
Сравнение результатов измерений, выполненных различной аппаратурой

Измерительная аппаратура	Дата измерений	Частота низшего тона, Гц	Вычисленное (теоретическое) значение частоты 1-го тона, Гц	$\Delta$ , %
НИИСК	17.10.08	1,513	1,469 (100%)	2,9
DAS-3	17.10.08	1,506		2,5
Собственная разработка	04.06.13	1,503		2,3

Комплект был использован для измерения динамических характеристик более чем десяти объектов, в том числе был использован для измерения динамических характеристик пешеходного моста над Военным спуском в г. Одесса. Анализ выполненных измерений, их сопоставление с ранее выполнявшимися динамическими испытаниями конструкции позволили повысить качество проведенных расчетных и обследовательских работ.

Удобный интерфейс, простота использования и низкая цена разработанной аппаратуры, возможность выполнять простейшие динамические измерения с высокой точностью открывают возможность широкого внедрения для массового использования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1 – 14:2014 / науковий керівник Ю.І. Немчинов. - [Чинні від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. - VI, – 110 с. – (Будівельні норми України).
2. Современные методы технической диагностики строительных конструкций, зданий и сооружений / [Заренков В.А., Захаров И.Д., Савин С.Н., Шнитковский А.Ф.; ред. С.Н.Савина]. - СПб.: РДК–принт, 2000. – 128 с.
3. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: ГОСТ Р 53778-2010. - [Введен с 2011-01-01]. - М.: Стандартиформ, 2010. – VI, 90 с.
4. Немчинов Ю.И. Динамическая паспортизация сооружений как составная часть СНиП'а / Ю.И. Немчинов, А.В. Кендзера // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. - К.: ДП НДІБК, 2004. – вип. 60 – С. 193-198.

## REFERENCES

1. Construction in seismic regions of Ukraine: State building codes B. 1.1–14: 2014 / scientific chief Yu.I. Nemchinov. - [Valid from 2014-10-01]. – K.: Minregion of Ukraine, 2014. - VI, – 110 p. – (Building norms of Ukraine).
2. Modern methods of technical diagnostics of building structures, buildings and facilities / [Zarenkov V., Zakharov I., Savin S., Shnitkovsky A.]. - St. Petersburg: RDK-print, 2000. – 128 p.
3. Buildings and structures. Rules of inspection and condition monitoring: State Standard of the Russian Federation 53778-2010. – [Valid from 2011-01-01]. - M.: Standartinform, 2010. – VI, 90 p.
4. Nemchinov Y. Dynamic certification of buildings as a co-constituent part states buildings standards / Nemchinov Y. Kendzera A. // Building structures: col. of scientific works. K: NDIBK. –Vol. 60, 2004. - P. 193-198.

Статья поступила в редакцию 05.08.2015 г.