

УДК 550.34:624.04

ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ОТКЛИКОВ СООРУЖЕНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЯ

д. ф.-м. н., профессор Бугаевский Г.Н.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В основном нормативном строительном документе Украины ДБН В.1.1-12:2006 для расчета сейсмической нагрузки предусмотрено два способа: спектральный и прямой динамический. В обоих случаях нет речи о возможных погрешностях расчета, что связано с отсутствием инструментальных материалов наблюдений.

Целью данного сообщения является информации об экспериментальных работах кафедры механики и сейсмостойкости НАПКС, связанных с динамической паспортизации зданий, сооружений и участков территории.

Результаты необходимых динамических экспериментов имеют смысл только при использовании динамически калиброванной аппаратуры. Более 20 лет назад кафедра разработала стенд для испытаний и калибровки инженерно-сейсмометрической аппаратуры в диапазонах частот $0.1 \div 20$ Гц [1] (в настоящее время верхний предел поднят до 40 Гц) и амплитуд $10 \text{ мкм} \div 2 \text{ мм}$. Меньшие амплитуды ограничиваются фоном микросейсм, а большие - особенностями конструкции стенда.

Созданный стенд многократно проходил аттестацию в государственном предприятии КрымСтандартМетрология.

Разработана методика калибровки самого стенда и горизонтальных сейсмоприемников с его помощью. Стенд особенно удобен для исследований аппаратуры типа СМЗ-КВ, допускающей перестройку вертикальных маятников в горизонтальный режим и обратно.



Рис.1 Стенд калибровочный сейсмометрический

С помощью стенда около 20 лет назад [2] проведены испытания сейсмочаналов с гальванометрической регистрацией, а в дальнейшем – с цифровой регистрацией [3,4]. В результате дипломантами и аспирантами кафедры проведены исследования откликов на воздействия отдельных жилых зданий, учебного корпуса ВУЗа [5-8], а также уровня шумов, создаваемых станками в цехе одного из заводов. Симферополя.

В с. Дубки (пригород Симферополя) аспирантами обследован жилой дом с помощью ударов с энергией 5 кДж, производимых в 40 м от ближней стены дома (схема участка (рис.2). На рис.3 приведена выборка спектров из 80

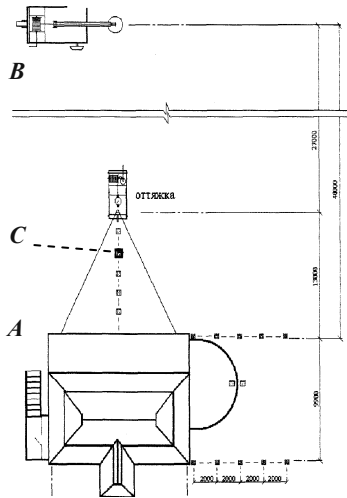


Рис. 2. Схема участка. А – дом, В – точка ударов, С – опорный пункт СП на грунте.

трехкомпонентных записей в постоянном опорном пункте между точкой удара и зданием (на расстоянии 9 м от здания). Видна высокая степень повторяемости спектров каждой из компонент. Рис.4 содержит спектры записей на поперечных "профилях" точек здания комплектом (идентифицированным с опорным), который переставлялся по узлам (рис.5) ортогональной пространственной сетки внутри здания. Спектры записей между точками существенно различаются (рис.4 и 6) для Z и, вообще говоря, для любой из компонент что отражает различие динамических параметров здания в разных его точках. Области этих различий являются зонами наивысших значений градиентов напряжений, в которых могут начинаться разрушения зданий при сильном воздействии [9].

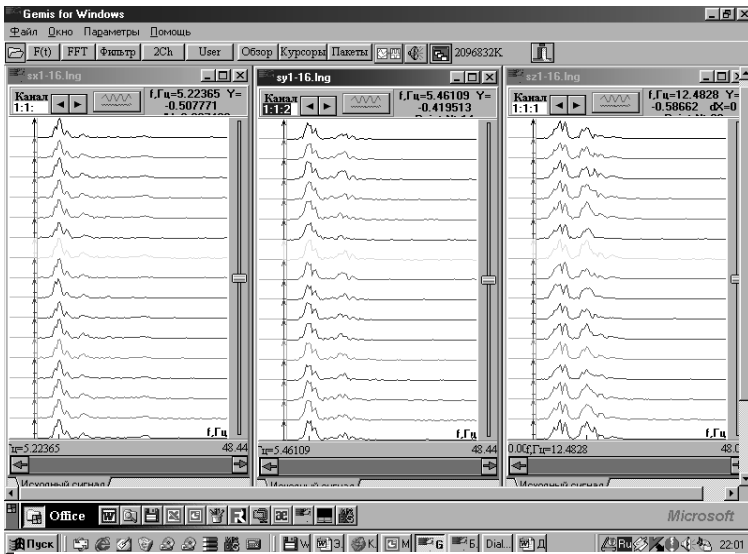


Рис. 3. Выборка трехкомпонентных спектров записей в пункте С из 80 ударов в точке В.

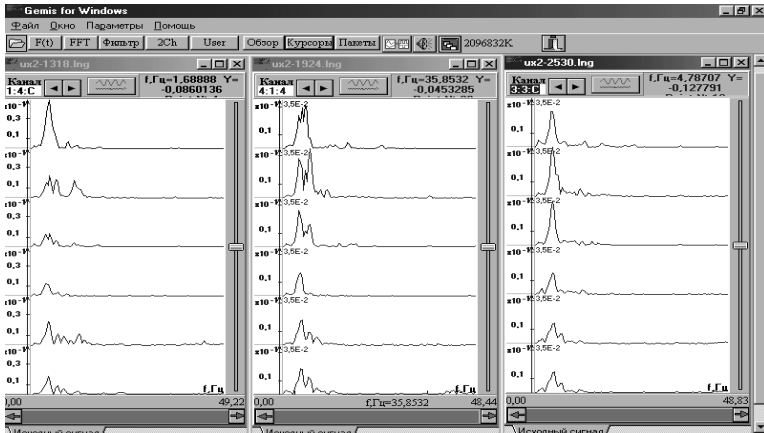


Рис.4. Спектры z-компоненты точек 13-18; 19-24; 25-30 второго этажа.

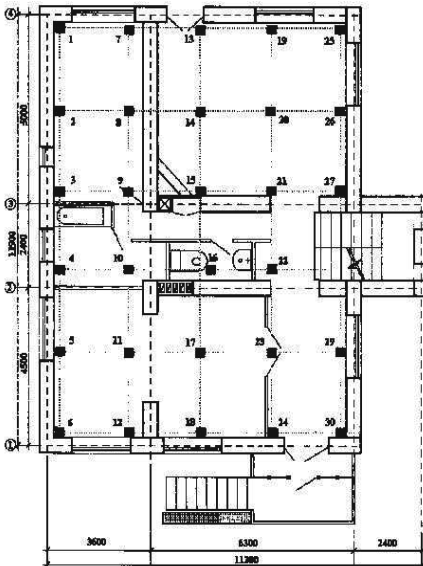


Рис.5. Схема расстановки СП на первом этаже, аналогична схема второго этажа.

На числовом поле определенной характеристики несогласованности спектров в смежных точках выделяется область разной степени рассогласования, которая интерпретировалась в статье [9] как область нелинейных деформаций в конструкциях здания. Она включает точки (рис.5): 19 – 27, которые выделяются и на рис.4.

Схематический монтаж спектров трех компонент на рис.6 свидетельствует о значительной разнице спектров в различных точках здания.

Основной целью динамической паспортизации [10] является характеристика объекта в единицах "истинного движения" (в результате выполненного кафедрой решения обратной задачи сейсмометрии) [11-13].

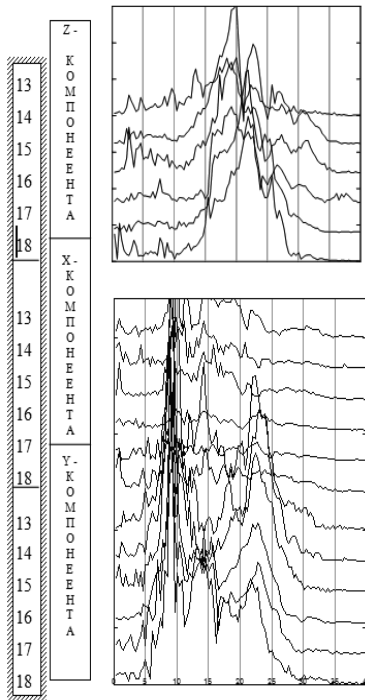


Рис.6. Монтаж спектров откликов трех компонент "профиля" 13-18 второго этажа.

которых позволяют определять воздействия.

Кафедрой разработано несколько способов импульсного возбуждения зданий для достижения этой цели.

Наконец, для синхронной регистрации отклика объекта из многих его точек разработаны устройства телеметрической передачи цифровой информации [14].

ВЫВОДЫ

1. Описанная в статье методика экспериментальных исследований может быть использована в качестве основы выполнения динамической паспортизации, предусмотренной в [10].

2. Опыт показывает, что обследования зданий, сооружений и участков территории должны выполняться экспериментально калиброванной, идентифицированной сейсмометрической аппаратурой.

3. Для обработки численных результатов наблюдений можно использовать стандартные математические пакеты, подобные системе MathCad.

4. Наблюдения должны проводиться методами физических исследований, численные результаты погрешности оценок сейсмических

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаевский Г.Н., Белов В.П. Однокомпонентный стенд для испытаний сейсмометрической аппаратуры. В сб.: Инженерно-сейсмометрическая служба страны (сбор, обработка и использование информации. Тез. докл. школы-семинара (Махачкала, 14-18 октября 1987 г.) Махачкала, Изд. МССС при През. АН СССР, 1987, с.33-34.
2. Bugaevsky G.N., Stepanyuk A.Yu. Engineering-seismometric diagnosing of buildings and constructions. Proceedings of the second russian-chinese

- regional seminar on earth-quake engineering. May.1992. Moscow. Russia Serviceprogress Ltd., pp. 67-76
3. Бугаевский Г.Н., Степанюк А.Ю. Экспериментальное исследование реакции зданий и сооружений на механическое воздействие. В сб.: "Динамические системы", вып. 13, 1994. Киев, изд. "Либідь", 1994, с. 85-92
 4. Бугаевский Г.Н., Белов В.П., Нестеренко С.Д., Геращенко А.А. Стенд для испытаний и калибровки сейсмометрической аппаратуры. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып.5. Симферополь, КАПКС, 2001, с.92-97.
 5. Бугаевский Г.Н. Экспериментальное изучение реакции здания на механическое воздействие. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 9. Симферополь, КАПКС, 2004, с. 44-51.
 6. Немчинов Ю.И., Кендзера А.В., Бугаевский Г.Н. Динамическая паспортизация сооружений как составная часть СНиПа. Будівельні конструкції, вип. 60. Київ, НДІБК, 2004, с. 193-198.
 7. Бугаевский Г.Н. Спектрально-динамические и диссипативные свойства элементов сооружения. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 11. Симферополь, НАПКС, 2005, с. 85-88.
 8. Бугаевский Г.Н., Цмыкал Д.А., Спрожецкий В.В. Характеристики колебательных систем. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 15-16. Симферополь, НАПКС, 2006, с. 48-51.
 9. Бугаевский Г.Н., Волосович О.В., Бугаевский А.Г. Динамическая паспортизация зданий и сооружений – основа повышения качества строительных объектов. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 24 -25. Симферополь, НАПКС, 2008, с. 10-13.
 10. Немчинов Ю.И., Марьенков Н.Г., Хавкин А.К. и др. Будівництво у сейсмічних районах України. ДБН В.1.1-12:2006. Мін. буд., арх. та житл.-ком. госп. Україні, Київ, 2006. 84 с.
 11. Бугаевский Г.Н., Литвинова Э.В. Проверка устойчивости алгоритма решения обратной задачи сейсмометрии по методу Линза. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 7. Симферополь, КАПКС, 2002, с. 121-125.
 12. Бугаевський Г.М., Літвінова Є.В. Методика визначення дійсного руху коливальних систем. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 42, 2007, с. 69-73.
 13. Бугаевский Г.Н., Литвинова Э.В. Комплексная методика детального исследования реакции элементов сооружения на механическое воздействие. Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр, вып. 24 -25. Симферополь, НАПКС, 2008, с.14-22.
 14. Бугаевский Г.Н., Агапов В.Н. Проблемы и перспективы инструментальной сейсмологии. «Уроки и следствия сильных землетрясений (к 80-летию разрушительных землетрясений в Крыму)». Сб. материалов. Симферополь. 2007, с. 61-64.