

# Вибрационная диагностика технического состояния зданий при прокладке рядом с ними автодорожных эстакад

Шаблинский Г. Э., Зубков Д. А., Старчевская Е. А.  
Московский государственный строительный университет (МГСУ), г. Москва

---

*Статья посвящена динамическим исследованиям девятиэтажного жилого дома крупнопанельной конструкции с целью интегральной диагностики его технического состояния на основе анализа реакции на вибрационные воздействия.*

В последние 10–15 лет в городах России резко возросло движение автотранспорта, что приводит к многочисленным и многочасовым пробкам на дорогах почти в любое время суток. Это привело к необходимости строительства развязок на пересечениях дорог с возведением для этого специальных эстакад. Часто такие эстакады приходится возводить в непосредственной близости от жилых зданий старой застройки, что вызывает естественное беспокойство их жителей. Одной из причин этого беспокойства является ухудшение экологических условий (увеличение шума, вибраций, загрязнение воздуха). Однако ещё большее беспокойство жителей таких домов может вызывать опасность их разрушения под действием сильно возросших вибраций от движения автотранспорта по эстакадам и создаваемых собственными вибрациями конструкций эстакад.

В данном случае проведено комплексное обследование и изучены вибрации жилого 9-ти этажного 6-ти подъездного дома, построенного в 1985 г. в г. Мытищи Московской области вдоль Ярославского шоссе в 50-ти метрах от него (рисунок 1). Непосредственно напротив дома на другой стороне шоссе имеется выезд на него из г. Королёва. В этом месте



## Результаты измерений

Наиболее характерные результаты измерений колебаний здания приведены на рисунках 2–3.

На рисунке 2 приведены фрагменты записей скоростей колебаний и смещений здания, полученных интегрированием функции скоростей.

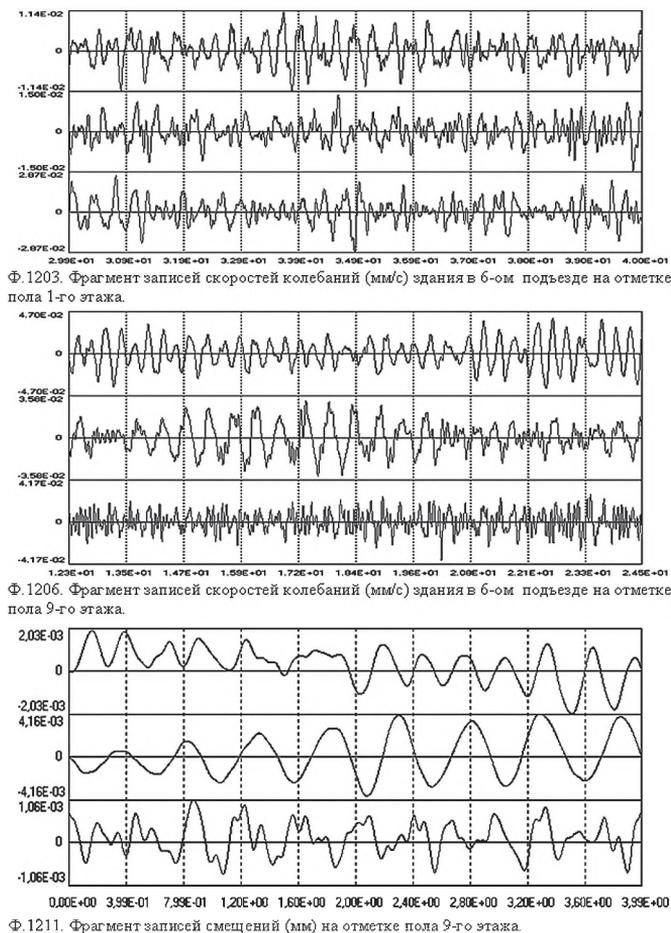


Рисунок 2. Фрагменты записей скоростей колебаний и смещений здания (сверху вниз: X, Y, Z)

Визуально можно отметить, что фрагмент записи на 1-ом этаже имеет более сложный характер с преобладанием относительно высоких частот. Максимальные амплитуды скоростей колебаний составляют примерно от 0,01 до 0,03 мм/с. Фрагмент записи на 9-ом этаже здания для горизонтальных колебаний выглядит существенно по-другому. Высокие частоты как бы отфильтрованы, и мы наблюдаем преимущественно низкочастотные

колебания, близкие к гармоническому виду. При этом амплитуды колебаний в целом возросли примерно до 0,04–0,05 мм/с. Скорости вертикальных колебаний на 9-ом этаже также немного возросли, но характер их остался таким же, как и на первом этаже. Максимальные смещения верха здания от динамических воздействий составляют около 2-х мкм в продольном направлении; 4-х мкм в поперечном направлении и около 1 мкм в вертикальном направлении.

На рисунке 3 приведены спектральные плотности, построенные по записям колебаний здания с преобладающей составляющей ветровой нагрузки (левая колонка) и с преобладающим динамическим воздействием от движения автотранспорта по Ярославскому шоссе (правая колонка).

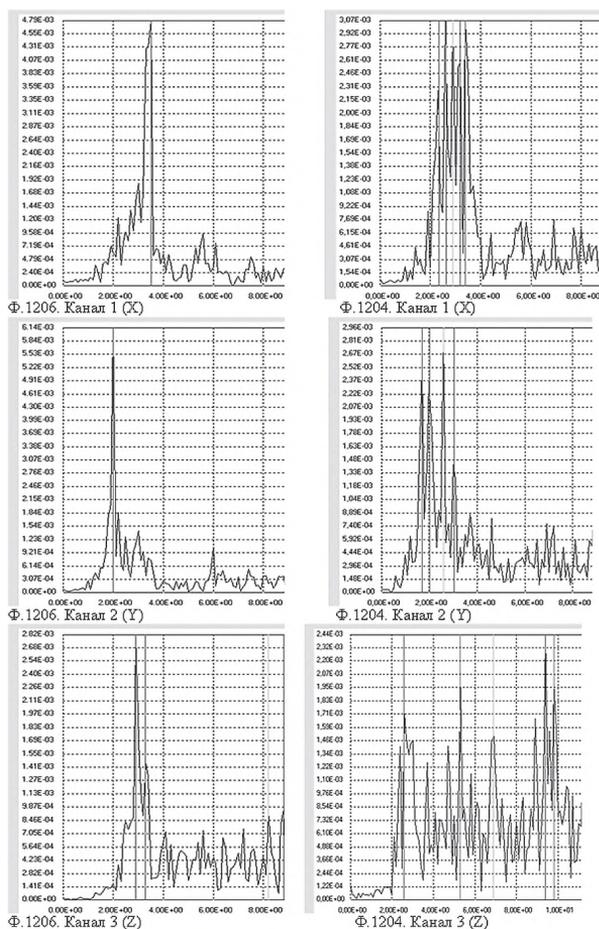


Рисунок 3. Спектральные плотности записей колебаний здания на отметке пола 9-го этажа

Динамическая составляющая ветровой нагрузки обычно имеет низкочастотный характер и вследствие большой парусности здания вызывает его свободные колебания, соответствующие его низшим собственным частотам. Это мы и получили на графиках спектральных плотностей. В продольном направлении – высокий одиночный пик на частоте 3,5 Гц; в поперечном направлении – высокий одиночный пик на частоте 2,0 Гц; в вертикальном направлении – на частоте 2,9 Гц. При этом вследствие особенностей ветровой нагрузки (распределённой по внешней поверхности здания и низкочастотной), как единая конструкция.

Вибрационная нагрузка на здание от движения автотранспорта имеет широкий спектр колебаний и передается через грунт и фундамент на его несущие конструкции. При этом характер колебаний здания существенно меняется, они становятся более сложными, и это отражается на построенных по ним спектрах. В спектрах продольных и поперечных колебаний здания проявляются несколько высоких пиков в узком диапазоне частот 2- 4 Гц. Это указывает на тот факт, что при вибрационных воздействиях на здание через основание оно не работает как единая конструкция. Визуальное обследование показало слабое соединение наружных панелей здания (низкое качество сборки) и сквозные трещины в перегородках, которые возникли вследствие длительных воздействий вибрационных нагрузок и неравномерных осадок фундамента. Таким образом, здание оказалось разделённым межпанельными швами и трещинами на отдельные фрагменты. В результате имеем, при вибрационных нагрузках техногенного происхождения, собственные независимые колебания отдельных фрагментов здания с близкими частотами. При этом уровни вибраций здания во всех случаях невелики и не превышают допустимых по санитарным нормам. Однако при оценке перспективы дальнейшей эксплуатации здания с учетом строительства эстакады, следует учитывать тот факт, что вибрационная нагрузка действует практически постоянно и после возведения эстакады многократно возрастет. С учетом этих факторов здание может начать разрушаться от виброусталостных явлений.

### **Выводы**

1. Характер колебаний изученного здания, даже при очень небольших максимальных амплитудах смещений (до 4 мкм), указывает на общую немонолитность его конструкции, разделенной на отдельные слабо связанные фрагменты межпанельными швами и трещинами. Это обстоятельство вызывает опасение, что при возрастании интенсивности вибраций, связанных со строительством и эксплуатацией автодорожной эстакады здание начнет разрушаться от явлений виброусталостного характера.

2. Прокладка автомобильных эстакад вблизи зданий старой постройки требует не только экологической экспертизы, но и мониторинга их состояния в процессе строительства и на начальном периоде эксплуатации таких эстакад с позиций дальнейшей безопасной эксплуатации зданий.
3. Проведенные динамические исследования здания подтвердили высокую эффективность и перспективность этого метода для диагностики в интегральной форме технического состояния зданий и сооружений.

---

Перелік посилань

---

1. **Шаблинский Г.Э., Исайкин А.С., Зубков Д.А.** Мониторинг динамических характеристик зданий и сооружений для оценки стабильности состояния их конструкций/ Сб. трудов междунар. конф.-выставки «Уникальные и специальные технологии в строительстве», Москва, 12–13 апреля 2005 г.
2. **Шаблинский Г.Э., Исайкин А.С., Зубков Д.А., Старчевский А.В.** Экспериментальные исследования динамических характеристик строительных конструкций АЭС в натуральных условиях/ Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, – ВНИИТПИ. – 2005. - №6.
3. **Зубков Д.А., Голованов Р.О.** Мониторинг состояния каркасного здания на основе изменения его динамических параметров/ Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, – ВНИИТПИ. – 2003.–№4.
4. **Зубков Д.А., Старчевская Е.А.** Проблема безопасности жилых зданий старой застройки при прокладке рядом с ними автодорожных эстакад (результаты специальных натуральных динамических исследований)/ Сб. докладов тематич. научн.-практ. конф. «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан». – М.: МГСУ, 2005.

Получено 18.01.06