
УДК 624.042

**О НЕОБХОДИМОСТИ ПРЕДПРОЕКТНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИБРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО
КОМФОРТА ЖИЛЬЯ И О ПУТЯХ ЕГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

***д.т.н., проф. В.В. Кулябко, **к.т.н., проф. В.А. Банах,**

*****к.т.н. В.П. Редченко**

**Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,*

*** Запорожская государственная инженерная академия,*

****Государственный дорожный научно-исследовательский институт*

им. М.П. Шульгина

При проектировании зданий и сооружений (в дальнейшем условно – сооружения, включая надстройки и иные формы реконструкции объектов), назначение которых подразумевает длительное или кратковременное присутствие людей различных групп и категорий, в XXI веке уже недостаточно обеспечивать только прочность и устойчивость конструкций сооружений и обычный бытовой и санитарно-климатический комфорт.

Новые требования связаны с тем, что появились новые виды и особенно параметры самих сооружений (высотные, большепролетные, со сложным нестандартным встраиванием в существующие объекты или участки, с новыми схемами и материалами), проектирование и строительство которых стало существенно обгонять научно-нормативное обоснование таких работ, что, конечно, недопустимо.

Одна из наиболее вероятных неприятностей, ожидающих проектировщиков высотных сооружений после сдачи в полную эксплуатацию всего комплекса, – возникновение вибрационного дискомфорта жителей, персонала, при разных причинах и формах вынужденных и длительных собственных колебаний объекта [1]. В последнее время появились статьи медработников о вреде для здоровья жизни или работы на этажах выше седьмого-восьмого. Конечно, окончательные выводы делать рано, но заниматься вибро-комфортом, очевидно, следует «всерьез и сразу» – ещё на предпроектной стадии.

В данной работе описаны проблемы виброэкологии зданий и сооружений: сложности расчета на предпроектной стадии показателей виброэкологического комфорта жилья; даны предложения по развитию направлений конструирования, обеспечивающего нормальное функционирование объектов.

Одной из первых задач по формированию алгоритмов проведения корректных нелинейных расчетов сооружений и разработки на их основе эффективных демпфирующих устройств является необходимость исследований и постоянных уточнений (с микропрофилированием в регионах) динамических нагрузок и воздействий. Сюда входят исследования и нормирование нагрузок ветровых, сейсмических (от природных – до городских, транспортных), технологических, террористических и т.п. - рис. 1. Эта задача сложна и под силу крупным специализированным организациям, например, с государственной формой собственности.

Проблема нормирования вибрации строительных объектов (без исследования расчетных трудностей и разработки рациональных демпферов) была поднята в книге [1], где были подробно рассмотрены терминология задачи, требования стандартов СССР (ГОСТ по предельно допустимой вибрации на рабочих местах 1990г.; СН – санитарные нормы для жилья), Европы и мира (ISO) [2-4].

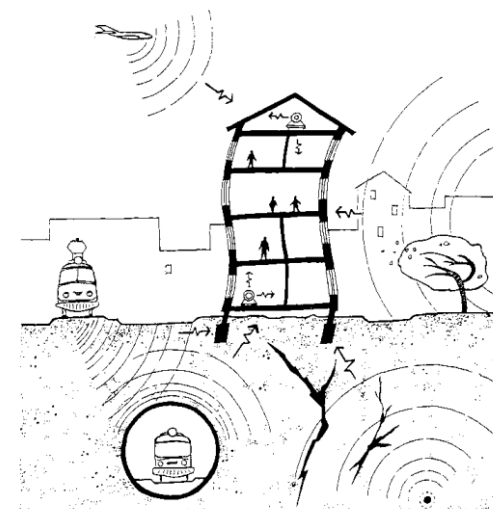


Рис. 1. Схема взаимодействия здания с основанием и различными видами динамических нагрузок: подвижных, силовых, кинематических (сейсмических) и др.

О контроле вибрации теоретическим (расчетным) путем. Известно, что до сих пор отечественные вычислительные комплексы (ЛИРА, SCAD и др.) не позволяют пользователю определять расчетным путем скорости и ускорения от любых динамических нагрузок при любых конструкциях демпфирующих устройств. Поэтому авторы и разрабатывают новый инструментарий [5-8] для корректного доказательства эффективности новых демпферов в нелинейной постановке и во временной области (в 2009г., например, получено 5 патентов, разработанных совместно учеными ПГАСА и ДонНАСА).

Контроль вибрации экспериментальным путем целесообразно выполнять на стадиях строительства и эксплуатации, но только в тех случаях, если имеется современная метрологически поверенная виброизмерительная аппаратура, регистрирующая и обрабатывающая техника. После обработки виброграмм можно сравнить фактические значения уровней вибраций со значениями допустимых уровней и доз вибрации во времени.

При реконструкции существующих зданий, особенно когда увеличивается их этажность, очень важно путем проведения динамических

испытаний определить фактические (натурные) динамические параметры существующего сооружения, скорректировать по этим параметрам расчетную модель и рассчитать динамику сооружения после его реконструкции.

Динамические испытания часто называют вибрационными испытаниями или вибрационной диагностикой. В зависимости от возможности или невозможности влиять на нагрузку различают активную и пассивную вибродиагностику. Известные методы активной вибродиагностики с использованием вибромашины хорошо отработаны на практике, но связаны с большими затратами, как на оборудование, так и на энергетическое обеспечение эксперимента, особенно для массивных сооружений.

В мировой практике в последние 20 лет интерес к вибродиагностике сооружений переживает очередную бум, что связано с развитием метода, который в английской терминологии имеет название Ambient Vibration Test (дословно испытания в окружающей среде) [9]. Этот метод относится к пассивным методам вибродиагностики – специальная нагрузка не используется, а регистрируются отклики сооружения на случайные возмущения, вызванные ветром, микросейсмикой, транспортом и т.п. Теоретической основой Фоновых Вибрационных Испытаний (одно из значений термина «фон» – это окружение, среда), является методика анализа зарегистрированных откликов, которая получила название “Out only” (только выход), в отличие от методик анализа “In and Out” (вход и выход), применяемых в активной вибродиагностике.

При фоновых испытаниях нормализованная передаточная функция H_{Rk} между точками конструкции R и k определяется по отношению взаимной спектральной функции S_{Rk} и авто спектра S_{kk} для синхронно зарегистрированных колебаний $y_R(t)$ и $y_k(t)$ в указанных точках – рис.2. При этом точка R принимается как репер и является общей для целого ряда регистраций колебаний в разных точках k , что позволяет обойтись минимумом оборудования.

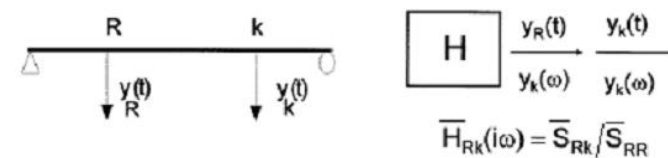


Рис.2. Схема фоновых испытаний и определения динамических характеристик конструкции только по ее отклику.

Найденные параметры (функции) позволяют идентифицировать объект как динамическую систему и правильно составить или скорректировать его расчетную модель. Учитывая сравнительную дешевизну и простоту фоновых испытаний, перспективы практического развития данного метода в Украине несомненны.

При составлении расчетной модели сооружения также нужно учитывать ещё многие задачи теории сооружений, не ограничиваясь только требованиями действующих норм. Недостаточно, например, в нормах рассмотрена проблема уровня (абсолютных и относительных) минимальных динамических напряжений, при которых следует делать расчеты конструкции на выносливость с соответствующим значительным понижением расчетных характеристик (названия объектов, да ещё с припиской «и других»), видимо, не являются научным критерием принципа расчета).

Снизить уровень вибрации запроектированного здания позволяют различные конструктивные «ухищрения» и вспомогательные устройства. Сооружение, например, типа высотных надстроек, возможно, должно будет иметь полужесткие узлы (semi-rigid), либо демпфирующие устройства с нелинейно-упругими или с повышенными нелинейно-диссипативными свойствами. В нем, в общем случае, встречаются (и должны «работать» на гашение колебаний и защиту сооружения и его «содержимого») геометрические, физические и конструкционные нелинейности. Известны сейсмозащитные энергопоглотители, установленные в крестовых связях сооружений; фрикционные устройства типа сейсмоизолирующих скользящих поясов; песчаные и щебеночные подушки, «работающие» с гасящими колебания силами сухого трения и т.д. Заметим, что это направление разработки новых демпфирующих устройств для всего сооружения или отдельных (например, изгибаемых) его элементов может быть весьма перспективным.

В соответствии с вышесказанным, авторы считают необходимым следующее развитие вопросов виброэкологии среды обитания.

1. Необходимо составить первичные (и затем регулярно обновлять) карты виброполей (по скоростям или ускорениям) для городских территорий. Это необходимо:

- для фиксации существующего положения (составляются виброполя улиц, площадей, предприятий, транспортных сооружений и т.п.),
- для получения исходных баз данных (зонинг территорий) для проектирования новых строительных объектов.

2. Необходимо для сооружений составить (и затем регулярно обновлять) первичные паспорта:

- динамические (с фиксацией на конкретную дату) частот и форм собственных колебаний конструкций),
- виброэкологические (с фиксацией измеренных амплитуд колебаний; сравнение со стандартами комфорта, фиксацией случаев появления болевых ощущений, признаков виброболезни),
- вибротехнологические (контролируются допустимые уровни вибрации машин, приборов, оборудования),

- сейсродинамические (в соответствии с новыми требованиями ДБН, например, в Днепропетровской области могут появиться строительные площадки с сейсмичностью до 7-8 баллов!).

3. Затем (в случаях превышения требований ДБН, ДСТУ, ГОСТ, СН, СНиП, ISO) составляются рекомендации по уменьшению вибрации и по срокам обновления паспортов. Это касается:

- Специальных и уникальных сооружений совместно с прилегающими к ним территориями (мосты, башни, мачты, высотные и подземные сооружения).

- Зданий и сооружений городской застройки: жилые, общественные (торговые, развлекательные, спортивные), промышленные и т.п

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Казакевич М.И., Кулябко В.В. Введение в виброэкологию зданий и сооружений. Днепропетровск: ПГАСА, 1996. - 200 с.
2. ГОСТ 12.1.012 – 90. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 12 с.
3. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: Державні санітарні норми : ДСН 3.3.6.039-99.
4. Руководство по оценке воздействий общей вибрации и вибрации зданий на тело и организм человека: Международный стандарт ISO. Рег. № ИСО 2631-85. – М.: Изд-во стандартов, 1985.-17 с.
5. Melbourn W.H. Comfort criteria for wind-induced motion in structures // Structural Engineering International – 1998. - №1. – P.40-44.
6. В.В. Кулябко, И.И. Давыдов. Ветровая комфортность зданий – как цель динамического конструирования высотных составных каркасов и надстроек / Вісник ДонДАБА вип. 99-6 (20), Буд-ні констр-ції, будівлі та споруди. т.2 – Інженерні питання впливу вітру на споруди. 1999.- с.92-101.
7. Большаков В.И., Кулябко В.В. О применении комплексных методов анализа статики и динамики механических систем к решению задач трибологии и материаловедения // Труды Междунар. конф. “Проблемы современного материаловедения”. - Часть 1. - Днепропетровск. - 1997. - С. 128-132.
8. Кулябко В.В. Обобщенные динамические расчетные модели, натурные диагностические испытания и виброэкология сложно-составных строительных конструкций и объектов // Proc. Polish-Ukrainian Seminar “Theoretical Foundations in Civil Engineering”, 5. - Warsaw (Poland). - 1997. - p. 139-146.
9. EVACES’09. Experimental vibration analysis for civil engineering structures // Proceedings of the international conference. - Wroclav, Poland, 2009. - 208p.