

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Абдуллаев Шухрат Ахмаджанович

кафедра Прикладная механика Ферганский политехнический институт

Аннотация

Данная статья посвящена изучению динамических характеристик высотных зданий и методов их определения. В современном городском ландшафте высотные сооружения играют важную роль, и их динамические свойства имеют существенное значение для обеспечения стабильности и безопасности. В работе рассматриваются различные методы анализа, включая моделирование, оценку натуральных частот, а также идентификацию динамических характеристик высотных зданий. Особое внимание уделяется резонансам и вибрационным режимам, а также их влиянию на общую устойчивость конструкций. Работа представляет обзор современных техник анализа и исследований, направленных на определение динамических характеристик высотных зданий, а также предлагает перспективы для будущих исследований в этой области. Полученные результаты и методы представляют интерес как для проектировщиков, так и для инженеров, занимающихся строительством и безопасностью высотных сооружений.

Ключевые слова: динамические характеристики, натурные динамические исследования формы колебаний, колебания, микроколебания, горизонтальные колебания, спектральные плотности, высотные здания, виброметр, аналого-цифровой преобразователь.

Введение

Изучение динамических характеристик высотных монолитных железобетонных зданий имеет актуальное значение, так как такой тип зданий очень распространен во многих больших городах. Результаты динамических измерений могут быть использованы для верификации компьютерной модели исследуемого здания. Так же важным направлением является динамический мониторинг зданий и сооружений. При условии составления динамического паспорта здания сразу после завершения строительства, возможно проводить измерения динамических характеристик каждые несколько лет и на основании результатов судить об изменении в строительных конструкциях [1,2].

В данной статье описывается работа по измерению микроколебаний двадцатиэтажного монолитного железобетонного здания. На момент проведения измерений монолитный железобетонный каркас возведен полностью, бетон набрал проектную прочность, ограждающие конструкции и фасадные панели смонтированы частично [3,4,5].

Для измерений микроколебаний использовались трехкомпонентные приборы типа акселерометр.

Датчики располагались равномерно по высоте здания на 10, 20, 30 и 40 этажах. При проведении эксперимента все работы на стройплощадке останавливались. Таким образом, исследуемое здание находилось под воздействием только естественного вибрационного

фона. По результатам измерений были получены записи микроколебаний в направлениях X, Y, Z по всей высоте здания.

Следующим этапом работ стала обработка сделанных записей. Для обработки данных была использована программа визуализации данных. Программа включает в себя средства конфигурирования и контроля работы всех стандартных регистраторов, управления процессами записи, пересылки файлов между компьютером и регистрирующей системой, визуализации и анализа данных, преобразования форматов. При обработке был выбран участок записи длиной 20 секунд, колебания на котором были наиболее равномерными - без резких импульсов от одновременного воздействия. Такие импульсы не являются периодическими и не могут считаться за часть нормального вибрационного фона, но искажают колебательную картину, вызывая биения или другие эффекты [6,7,8,9].

Исходя из соотношения высоты и длины, исследуемое здание в первом приближении можно представить в виде вертикального стержня, жестко закрепленного у основания. Для сооружений с такой расчетной схемой интерес в первую очередь представляют горизонтальные колебания. Исследования показали, что колебания в направлениях X и Y идентичны, поэтому в рамках данной статьи рассматриваются только колебания в направлении оси Y как наиболее выраженные.

На рисунке 1 показаны участки записей 10, 20, 30 и 40 этажах направлении оси Y, а также их спектральные плотности. На графиках спектральной плотности хорошо видны пики соответствующие преобладающим частотам - 0,4 и 2,3 Гц. Эти частоты соответствуют I и II формам колебаний соответственно [10,11].

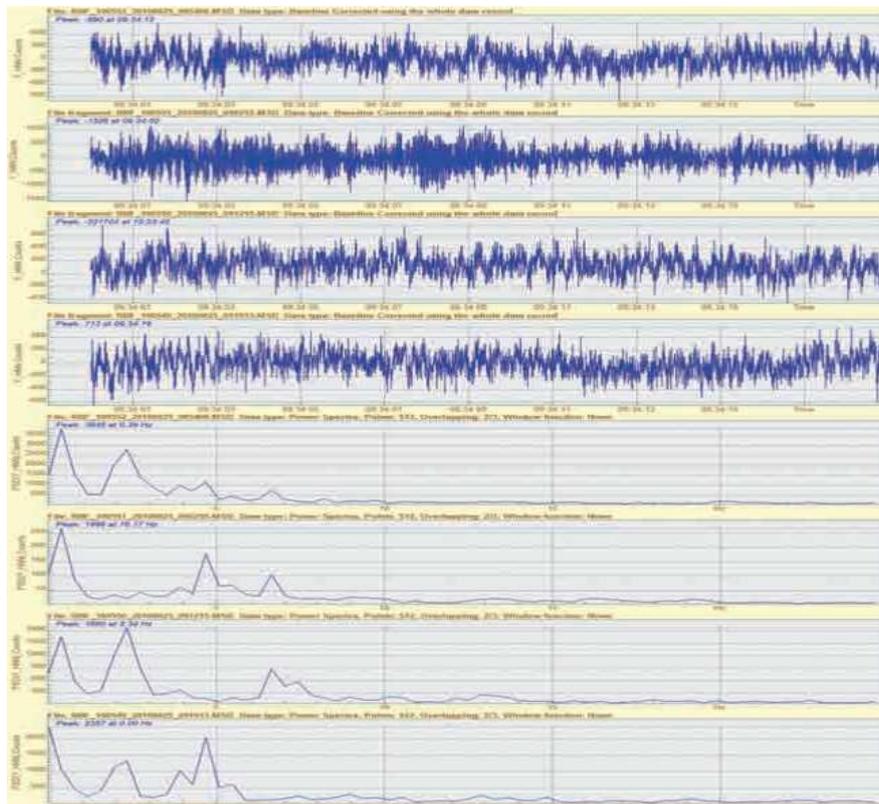


Рис.1. Необработанные участки записей колебаний и их спектры. Пики 0,4, 2,3 Гц

Целью поставленной при начале исследований было построение форм колебаний, для этого использовался метод нормирования. Суть метода состоит в следующем: записи предварительно обрабатываются - выставляется «0», отрезаются все частоты кроме той для которой необходимо построить форму колебаний. Далее для работы необходимо выбрать момент времени и определить в этот момент значения на каждой из исследуемых записей колебаний, получив таким образом значения $a_1; a_2; \dots;$

а) Затем определяют значения ближайших максимумов и получают значения $b_1; b_2; \dots; b_n$ (см. рисунок 2).

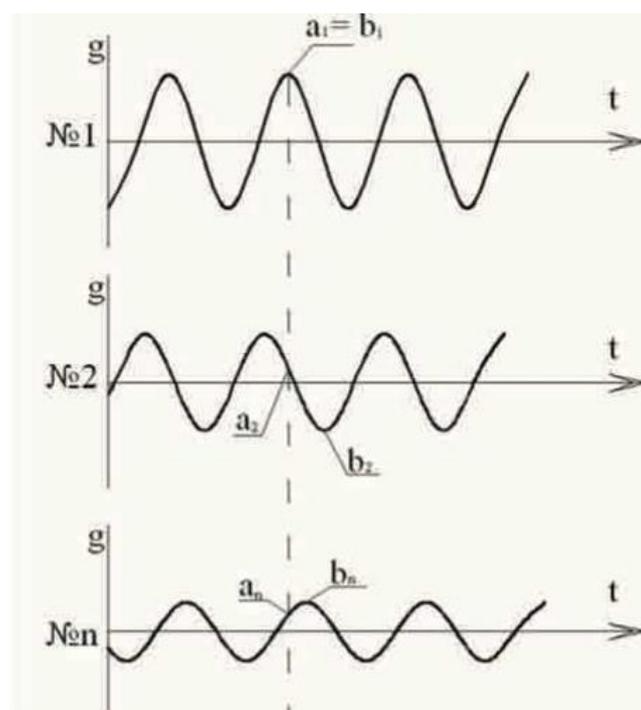


Рис.2. Определение значения ближайших максимумов.

Для определения b_n берется максимум того же знака что и в случае а. Теперь можно определить относительное смещение значения ускорения равно a/b .

Момент времени в который определяются величины $a_1; a_2; \dots;$ в случае а выбирается не случайно. При синхронной записи колебаний в нескольких точках конструкции обычно получаются записи с некоторым фазовым сдвигом от 0 до t . Из всех исследуемых записей выбирается та, на которой выход энергии на исследуемой частоте больше. Для определения наиболее энергоемкой записи строятся энергетические спектры и определяются значения на пиках (пики соответствуют исследуемой частоте). Запись с наибольшим значением пика на энергетическом спектре является наиболее энергоемкой. Далее выбирается момент времени, в который на наиболее энергоемкой записи хорошо выражен максимум (результаты получаются точнее если на других записях колебания также имеют гармонический характер) и принимают этот момент времени для

определения случай а. При этом в точке, где энергии выделилось наибольшее количество, значение будет равно 1, а в остальных точках меньше 1.

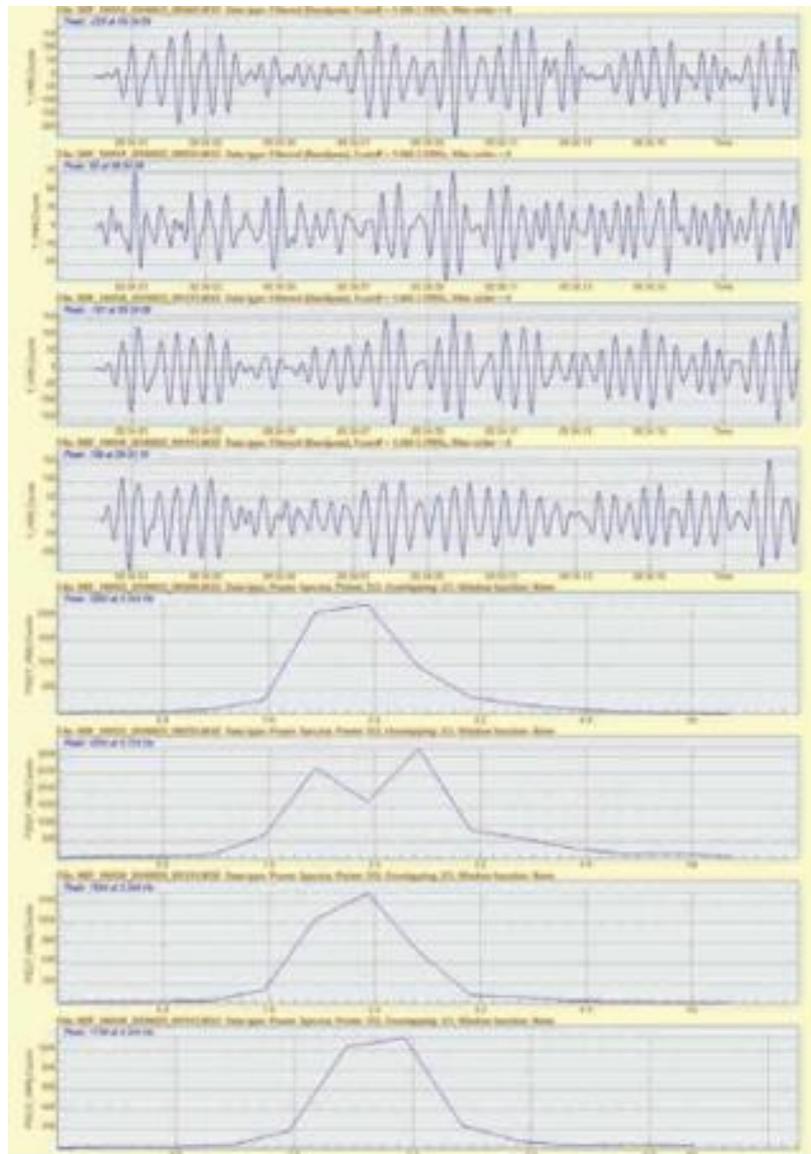


Рис. 3. Записи колебаний по оси Y и энергетические спектры, диапазон частот 1,6-3,1 Гц. Значения пиков на частоте 2,3 Гц.

Далее на схеме конструкции откладываются значения a/v и получившиеся точки соединяют кривой 3-го порядка.

Построим нормированные формы колебаний для частоты 2,3 Гц по оси Y. Записи колебаний с отрезанными частотами ниже 1,6 и выше 3,1 Гц - подножия пика в 2,3 Гц на спектральной плотности необработанной записи, показаны на рисунке 3. Частота 2.3 Гц является второй преобладающей частотой, ей соответствует 11-я форма колебаний. Данные для построения нормированной формы колебаний показаны в таблице 1.

Таблица.№1

Время = 09.34.00.999 сек			Время = 09.34.08.099 сек		
Значение a1,a2	Ближайший максимум в1,в2	Соотношение a/b	Значение a1,a2	Ближайший максимум в1,в2	Соотношение a/b
117,00	117,00	1,000	118,00	118,00	1,000
9,00	91,00	0,099	-6,00	-48,00	0,125
-115,00	-127,00	0,906	-141,00	-167,00	0,844
-29,00	-142,00	0,204	-44,00	-130,00	0,338

Результаты построения нормированной формы колебаний показаны на рисунке 4.

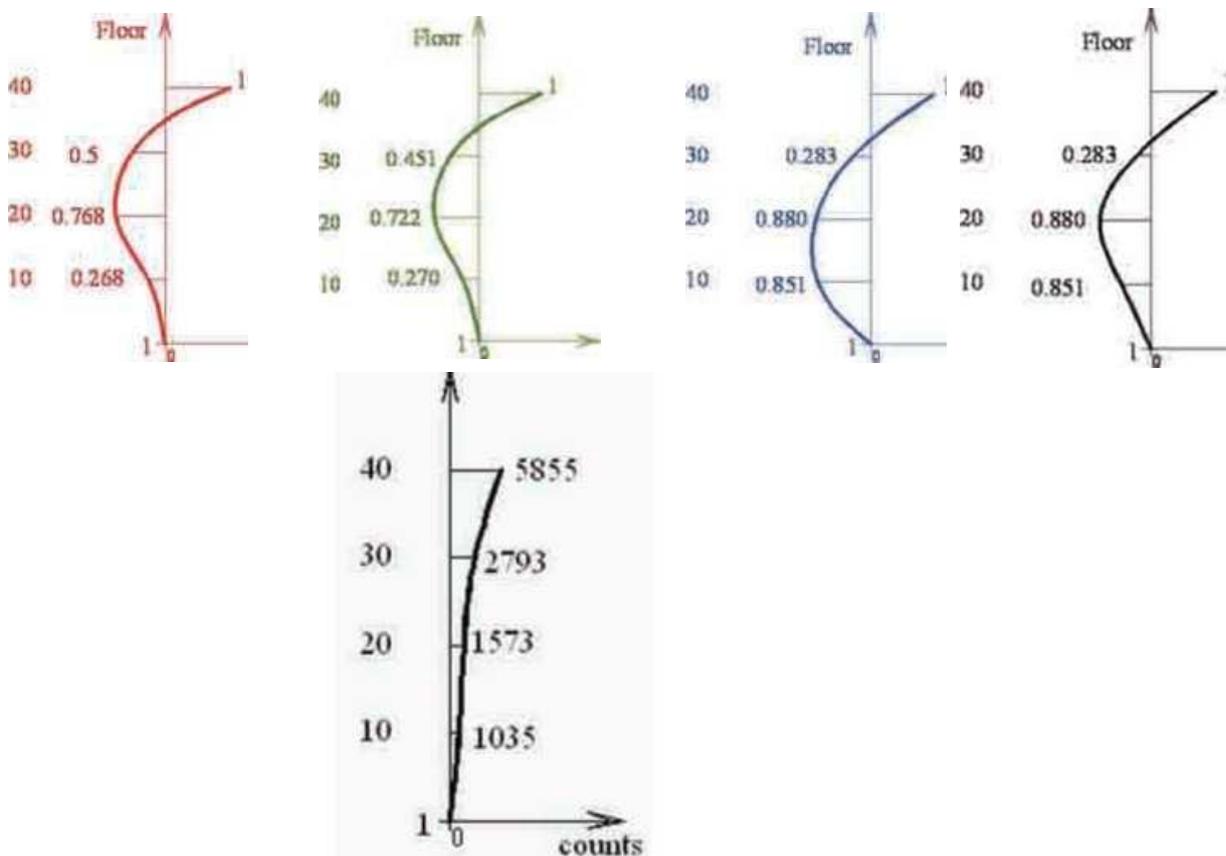


Рисунок 6 – 1-я форма колебани

Рис.4. форма колебаний.

На рисунке 5 показаны записи колебаний с отрезанными колебаниями выше 0,8Гц - подножие пика на графике спектральной плотности необработанной записи.

Построить нормированную 1-ю форму колебаний, соответствующую частоте 0.4Гц, не представляется возможным из-за характера записи. Видно, что приборы работали на пределе точности и разброс результатов слишком велик [11,12]. Поэтому целесообразно построить формы колебаний по следующему методу: на записях колебаний отрезаются

частоты выше 0.8 Гц - подножие пика на энергетическом спектре необработанной записи, вторично выставляется «ноль» и строятся энергетические спектры всех записей (см. рисунок 5). Далее на схеме здания в соответствующих точках откладываются значения пиков. На грунте принимаем «ноль». Первая форма колебаний, соответствующая частоте 0.4 Гц, показана на рисунке 6.

Заключение:

1. Успешно апробирована методика измерения колебаний высотных зданий при помощи датчиков типа акселерометр.
2. На основе анализа акселерограмм были выявлены первая и вторая частоты собственных колебаний. При дальнейшей обработке данных удалось построить первую и вторую формы колебаний.
3. Важным выводом по результатам работы является то, что датчики работали на пределе точности и при измерении колебаний более высокого здания такого же типа определение первой частоты собственных колебаний вызовет трудности либо будет невозможным.
4. Для проведения исследований динамических характеристик высотных зданий рекомендуется использовать приборы типа велосиметр с собственной частотой маятника менее 0,1 Гц, поскольку они имеют лучшую чувствительность на низких частотах.

Литература

1. Шаблинский, Г. Э., Исайкин, А. С., & Зубков, Д. А. (2005, April). Мониторинг динамических характеристик зданий и сооружений для оценки стабильности состояния их конструкций. In *Сборник материалов международной конференции-выставки «Уникальные и специальные технологии в строительстве»*, Москва (pp. 12-13).
2. Шаблинский, Г. Э., Исайкин, А. С., Зубков, Д. А., & Старчевский, А. В. (2005). Экспериментальные исследования динамических характеристик строительных конструкций АЭС в натуральных условиях. *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.*, (6), 38.
3. Aminjanovich, U. J., Akhmadjonovic, A. S., & Mukhtoralieva, R. M. (2021). An Effective Cleaner of Raw Cotton from Fine Trash Particles. *The American Journal of Engineering and Technology*, 3(06), 47-50.
4. Абдуллаев, Ш. А., & Абдуллаева, Д. Т. (2021). Нефть шламины экологик тоза қайта ишлаш ва қайта фойдаланиш технологияси. *Scientific progress*, 2(6), 910-917.
5. Халилов, Ш. З., Абдуллаев, Ш. А., Халилов, З. Ш., & Умаров, Э. С. (2019). Влияние скорости и угла вбрасывания частицы на характер движения компонентов зерно соломистого вороха. *Журнал Технических исследований*, (2).
6. Халилов, Ш. З., & Абдуллаев, Ш. А. (2020). Влияние скорости воздушного потока на характер движения компонентов зерно соломистого вороха. *Проблемы современной науки и образования*, (1 (146)), 13-15.
7. Абдуллаев, Ш. А. (2021). Расчет каркаса минилопастей ветротурбины с учетом действующих сил. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social*

sciences, 1(11), 427-434.

8. Абдуллаев, Ш. А., & Жалолов, У. Ж. (2023). Ikki mujassamlashgan yuk o'rnatilgan gidroinshootning majburiy tebranma harakati masalasi tahlili.: ikki mujassamlashgan yuk o'rnatilgan gidroinshootning majburiy tebranma harakati masalasi tahlili. "*Qurilish va ta'lim*" *ilmiy jurnali, 1(2), 141-143.*

9. Абдуллаев, Ш. А. (2023). Определение экспериментальным путем оптимальных углов вбрасывания компонентов зерносоломистого вороха. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 16, 126-129.*

10. Сейтов, А. Ж., & Абдуллаев, Ш. А. (2022). Математические модели неустановившегося движения воды в водохозяйственных объектах, учитывающие многомерную распределенность параметров в пространстве. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 10, 460-471.*

11. Абдуллаев, Ш. А. (2021). Усовершенствование прогрессивных вырезных машин с экспериментальным интегрированным дизайном. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(11), 531-538.*

12. Сейтов, А. Ж., Абдуллаев, Ш. А., Эшметова, С. Д., & Бозорова, Ў. Х. Математические модели неустановившегося течения воды в крупных магистральных каналах с каскадами насосных станций.