

УДК 534.131

DOI: 10.17223/00213411/64/1/103

LI LI¹, RAQUEL MARTÍNEZ²

АНАЛИЗ ПОПЕРЕЧНЫХ ВИБРОУДАРНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Для сокращения времени решения задач, повышения точности решения и сокращения высоких энергозатрат при использовании традиционных методов анализа поперечных колебаний высотных зданий предложен новый метод на основе уравнения в частных производных. На основе принципа Гамильтона выводится дифференциальное уравнение в частных производных для поперечной вибрации высотных зданий. Метод Галеркина используется при решении этого дифференциального уравнения для получения численного решения, а затем вычисляются дискретные смещения. Полученное решение описывает смещения высотных зданий при различных частотах возбуждения. Экспериментальные результаты показывают, что по сравнению с традиционным методом решения задачи предложенный метод позволяет сократить время расчета и снизить энергопотребление при обеспечении высокой точности решения.

Ключевые слова: поперечное колебание, вибрационный анализ, дифференциальное уравнение в частных производных, высотное здание.

Введение

В последние годы построено множество высотных зданий, поэтому исследования в области демпфирования ударных воздействий на них должны стать центром внимания [1–3]. Высотные здания подвержены вибрационному воздействию, которое может вызывать их разрушение [4]. Последствия таких воздействий чрезвычайно серьезны. Поэтому в данной работе основное внимание уделяется анализу поперечной вибрации высотных зданий в условиях скопления людей.

Низкая эффективность прогнозов поперечных колебаний высотных зданий определяется низкой точностью решений ряда возникающих задач [5]. В данной работе предложен новый метод анализа поперечных вибраций высотных зданий, позволяющий повысить точность прогнозов.

Ранее было проведено большое количество исследований поперечных колебаний высотных зданий при землетрясениях. В работе [6] исследована нестационарная вибрация высотных зданий от изменения длины при постоянной скорости. В [7] изучается моделирование поперечных колебаний высотных зданий и их реакция на внешнее возбуждение. В работе [8] представлена нелинейная модель для исследования изменения во времени поперечных колебаний высотных зданий.

Указанные методики позволяют эффективно анализировать поперечную вибрацию высотных зданий, но их точность и эффективность относительно низки.

Для решения указанных задач предлагается метод анализа поперечных колебаний высотных зданий на основе уравнения в частных производных. Полученные результаты показывают, что предложенная методика обладает более высокой точностью и эффективностью.

Анализ поперечных колебаний высотных зданий на основе дифференциального уравнения в частных производных

Характеристики поперечных колебаний конструкции высотного здания. В настоящее время существует три вида методов идентификации систем для исследования характеристик колебаний по записям поперечных колебаний высотных зданий: метод передаточной функции, метод модальной минимизации и метод авторегрессионного моделирования.

В настоящей работе метод передаточных функций используется для анализа характеристик свободных колебаний высотных зданий. В случае задания движения фундамента он упрощается для зданий с конечными степенями свободы до n . Уравнение движения в матричной форме имеет вид

$$[M]\{\ddot{y}\} + [C]\{\dot{q}(t)\} + [K]\{q(t)\} = 0, \quad (1)$$

где n – число степеней свободы, соответствующее числу этажей высотного здания; $\{\dot{q}(t)\}$ и $\{q(t)\}$ – скорости смещения и смещения на этажах высотных зданий с соответствующим фундаментом,

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>