

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАННОЙ КОНЕЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СИСТЕМЫ «ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ – СЛОЖНОЕ ОСНОВАНИЕ»

Баймахан А.Р., Кабаева Г.Д., Кожогулов К.Ч., Баймахан Р.Б.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР, г.Бишкек,
Институт механики и машиноведения НАН РК, г.Алматы

Современное строительство в крупных городах характеризуется плотностью строения зданий и высотой. Например, по перспективному плану развития южной столицы города Алматы Казахстана, вокруг нее будут построены четыре города спутники численностями населения в начальный момент от 300 до 400 тысячи человек. Параметры устойчивости и прочности грунтов и высотных зданий определяются с помощью картины напряженно-деформированного состояния (НДС). Для исследования НДС необходимо привлекать одного из мощных инструментов современного математического моделирования - метода конечного элемента (МКЭ).

На рисунке 1 показано характерные расположения высотных зданий города Алматы и неровности рельефа земной поверхности.



Рис. 1. Высотные здания , расположенные на неоднородной и наклонной поверхности грунтовой толщи

С учетом сложного строения грунтового массива, разработаны алгоритмы и программы счетов и конечноэлементные расчетные схемы системы состоящей из грунтового основания неоднородного строения и зданий высотой 200 метров (рисунке 2). Здесь показана начальная расчетная схема задачи для работы программы автоматической разбивки – «GRID». Применением известной на сегодня этой программы область разбита на 15000 элементов треугольной формы с общими узлами 14200. Модули Юнга: оснований- $0.126 \cdot 10^4$ Мпа, здании- $2.65 \cdot 10^4$ Мпа, коэффициент Пуассона оснований-0.35, здании-0.15, объемные веса оснований-1,8 т/м³, здании-2.5 т/м³.

Уравнения вынужденных колебаний системы с затуханием запишутся в виде $[M]\{\ddot{U}\} + [C]\{\dot{U}\} + [R]\{U\} = -\{F\}$. (1)

$$[M]\{\ddot{U}\} + [R]\{U\} = 0. \quad (2)$$

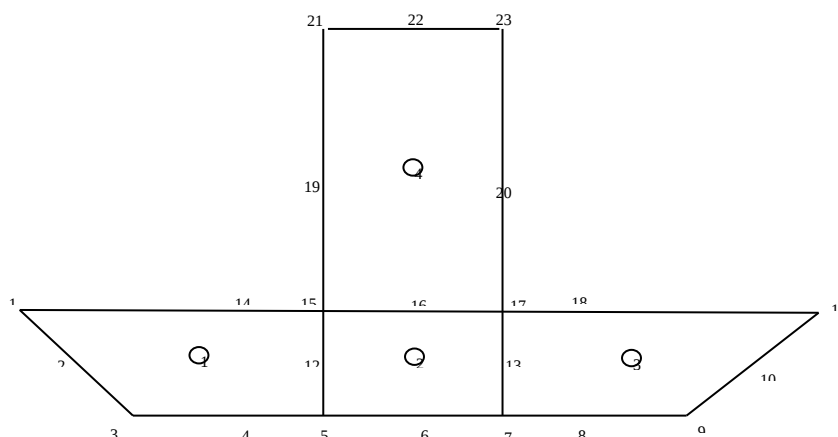


Рис. 2. Конечно-элементная расчетная схема задачи «Высотное здание-сложное основание».

Задавая начального участка этой акселерограммы и решая уравнений свободной затухающей колебаний, установил главного периода свободной колебаний, которые были нужны для определения коэффициентов $\alpha, \frac{1}{сек}$ и $\beta, сек$, необходимые для построения матрицы

затухания или силу демфирования $[c]$, которая входит в систему уравнений (1).

Точность вычисления частот и периодов свободных колебаний при соотношении модулей здания и грунтового основания: $E_3/E_{ГР}=250$ ($E_{ГР} = 0.00115$): след от исходной матрицы $-c=1362.822775$, сумма собственных значений $-s=1362.822775$, что свидетельствует о высокой степени точности нахождения частот колебаний. Результаты найденных первых пяти доминантных частот приведены в таблице 1.

Таблица 1. Частотные характеристики свободных колебаний зданий

Номера частот, j	Круговые частоты ω_j , рад/сек	Доминантные периоды T , сек	Частота в герцах, f , гц
1	13.4726	.4664	2.1442
2	21.5851	.2911	3.4354
3	23.0654	.2724	3.6710
4	32.1805	.1952	5.1217
5	38.0625	.1651	6.0578

Таким образом, приведенные результаты позволяет констатировать о высокой точности конечноэлементной расчетной схемы, специально разработанной для широкого исследования серии задач о напряженно-деформированном состояний «высотное здание - сложное основание», проектируемые в высокосейсмической зоне Северного Тянь-Шаня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баймахан Р.Б. Расчет сейсмонапряженного состояния подземных сооружений в неоднородной толще методом конечных элементов. / Под ред. Ш.М. Айталиева. – Алматы: Даур, 2002. – 231 с.
2. Бируля Н.Д. Динамическая реакция системы «здание-основание» моделируемой конечными элементами. Журнал «Строительная механика и расчет сооружений». 1974, №2, с. 52-56.