

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОГО И СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДОВ К РАСЧЕТУ ВЫСОТНЫХ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ

Автор: Брусова Наталья
Руководитель: др. конф. унив. Корнеев В.М.

Технический Университет Молдовы

Резюме: В работе рассмотрены расчеты на сейсмическое воздействие целого ряда геометрических моделей. Расчеты были проведены спектральным методом, а также динамическим методом, с применением пакета акселерограмм, любезно предоставленного Институтом Сейсмологии Академии Наук Республики Молдова, и расчет по формуле Смирнова. Для выявления закономерности изменения поведения здания под сейсмическим воздействием результаты были систематизированы в таблицы, на основании которых построены графики.

Ключевые слова: высотное домостроение, монолитное здание, сейсмическое воздействие, спектральный метод, динамический метод, акселерограммы.

Введение

Рост цен на участки пригодные для строительства обуславливает стремление заказчиков к повышению полезной площади за счёт увеличения этажности здания. В качестве исследуемого объекта было принято 22-х этажное монолитное здание по ул. Сергея Лазо 54. Сейсмичность площадки строительства составляет 8 баллов. Вторая категория грунтов по сейсмическим свойствам.

Такое количество этажей обуславливает необходимость учёта п. 2.2 б СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах»[1].

Согласно этому требованию, для зданий особо ответственных и высотой более 16 этажей расчеты требуется выполнять с использованием инструментальных записей ускорений основания при землетрясении, наиболее опасных для данного здания или сооружения, а также синтезированных акселерограмм, т.е. динамическим методами расчёта, и линейная постановка задачи, лежащая в основе спектрального метода.

Рассмотрены основные методы расчета зданий на сейсмическое воздействие – линейно-спектральный и метод расчета по акселерограммам. Согласно спектральному методу, сейсмические нагрузки являются квазистатическими, что облегчает расчет на сочетание сейсмических и прочих нагрузок. К недостаткам относится то, что спектральный метод справедлив при расчете лишь линейных систем. К преимуществам метода расчета по акселерограммам следует отнести возможность использования моделей с физической нелинейностью. Недостатком является проблема выбора соответствующей расчетной акселерограммы.

Но также встает вопрос, каким из методов лучше рассчитывать здание. Будет проведена сравнительная оценка двух методов расчета здания на сейсмическое воздействие.

На основании полученных результатов, построенным по ним графикам, а также благодаря доступу к ориентировочным результатам эквивалентным геометрическим моделям спектрального аналога были сформулированы выводы данной работы.

1. Спектральный метод

Спектральный метод базируется на допущении, что периоды колебаний сооружения совпадают с периодами сейсмических колебаний основания, и сооружение разрушается из-за того, что оно находится в состоянии сейсмического резонанса.

Регламентируется строительными кодами большинства стран и в частности СНиП II-7-81[1] «Строительство в сейсмических районах» Такой подход дает возможность использовать разложение движения по формам собственных колебаний и каждая такая форма (простой осциллятор) определяет инерционные силы (сейсмическую нагрузку)[5], определяемую как

$$S_{ki} = k_1 k_2 Q_k A \beta_i k_\psi \eta_{ij} \quad (1)$$

k_1 - допустимые повреждения,
 k_2 и k_{ψ} - конструкция,
 Q – вес массы;
 A – расчетная сейсмичность.

Различия в нормативных документах разных стран связаны с определением спектрального коэффициента динамичности β_i и системы поправочных коэффициентов.

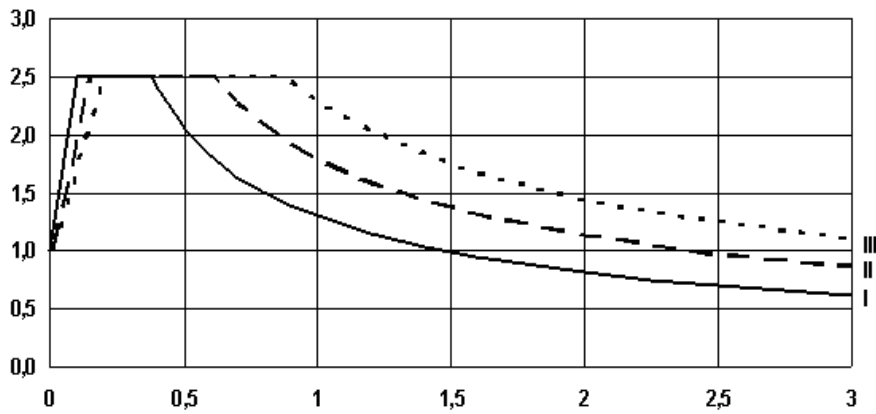


Рис.1

Спектральный метод расчёта конструкций на сейсмические воздействия является в настоящее время основным, как в нашей стране, так и за рубежом. Он занимает промежуточное место между статическим и динамическим методами оценки сейсмостойкости сооружений.

2. Динамический метод

При динамическом анализе в качестве исходной сейсмологической информации используются записи сейсмических движений грунта (чаще всего - акселерограммы). Этот метод применяется в исследованиях сейсмостойкости существенно нелинейных систем, например, сооружений на сейсмоизолированных фундаментах и при анализе работы конструкций за пределами упругости.

Однако, даже в тех случаях, когда решены вопросы моделирования работы конструкции и сформулированы критерии ее сейсмостойкости (такая ситуация имеет место, например, в расчетах конструкции, не допускающих повреждений несущих элементов, в расчетах любых сооружений на «частые» и «слабые» землетрясения и т.п.), серьезные проблемы могут возникнуть при задании исходных данных к расчету[4].

В качестве исходной сейсмологической информации используются записи сейсмических движений грунта (акселерограммы)

Расчётное сейсмическое воздействие в точке k :

$$S_{ik} = (Q_k/g) P_{ik} W_i(t) \quad (2)$$

Функция, которая задаётся в виде натуральных или синтезированных акселерограмм

$$W_i(t) = -\frac{2\pi}{T_i} \int_0^t \ddot{\Delta}(\tau) e^{-\frac{\gamma\pi}{T_i}} \sin \frac{2\pi}{T_i} (t - \tau) d\tau \quad (3)$$

Определенный интерес представляет наложение графиков перемещений стержня по обоим методам.

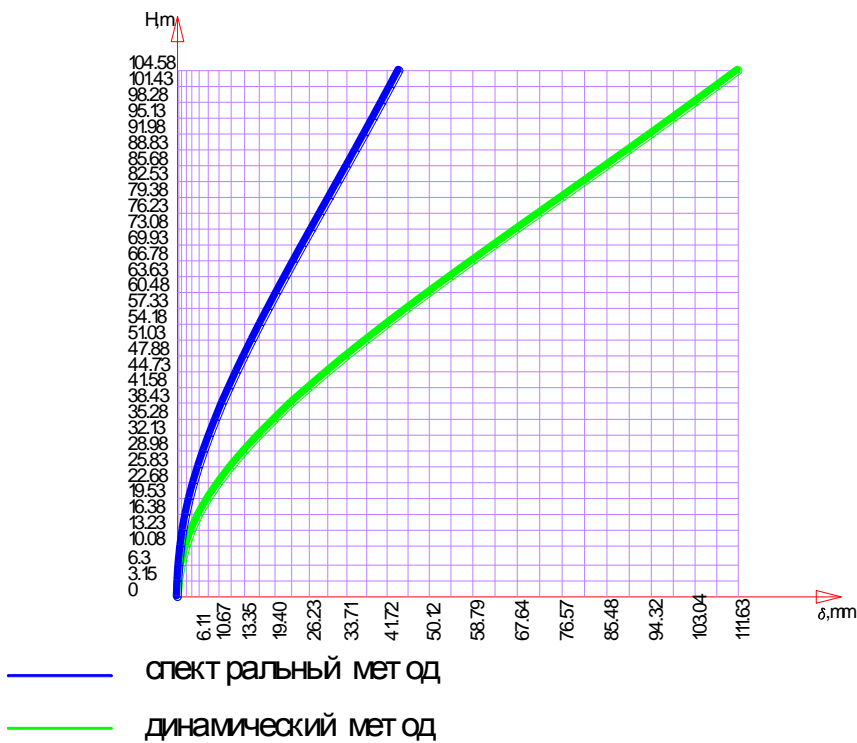


График №1. График перемещений по x от сейсмического воздействия при расчете спектральным и динамическим методом

3. Расчет по формуле Смирнова [3]

$$a = A \cdot t \cdot e^{-Bt} \sin \theta \cdot t \quad (5)$$

где A, B - константы, вычисляемые в зависимости от параметров импульса.

$A=1\text{м/с}^2$ для 7баллов, $A=2\text{м/с}^2$ для 8баллов, $A=4\text{м/с}^2$ для 9баллов

$B=1/t_1 \text{ const } t_1=0.1\text{с}$

$\theta = 60\text{с}^{-1}$ -угловая частота кинематического возмущения.

$e=2.71828183$

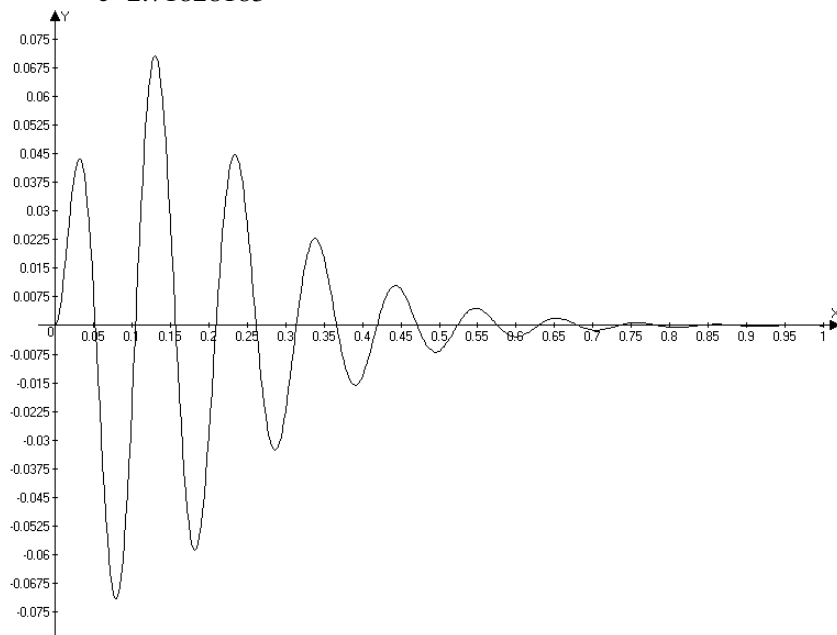


график №2.

4.Выбор акселерограмм

В качестве исходных акселерограмм для последующего пересчета пригодны любые акселерограммы, представляющие интерес по интенсивности и частотному составу воздействий. Наиболее удачными с этой точки зрения являются записи ускорений на ИСС-1 при землетрясении 31.08.86 г. Во-первых, это сильнейшее из сейсмических событий, зарегистрированных на территории г. Кишинева. Во-вторых, здесь в записях ускорений грунта реализован широкий спектральный диапазон колебаний, в котором одинаково хорошо представлены, как низкочастотные (0,8-1,1 Гц), так и высокочастотные (8-9 Гц) колебания.

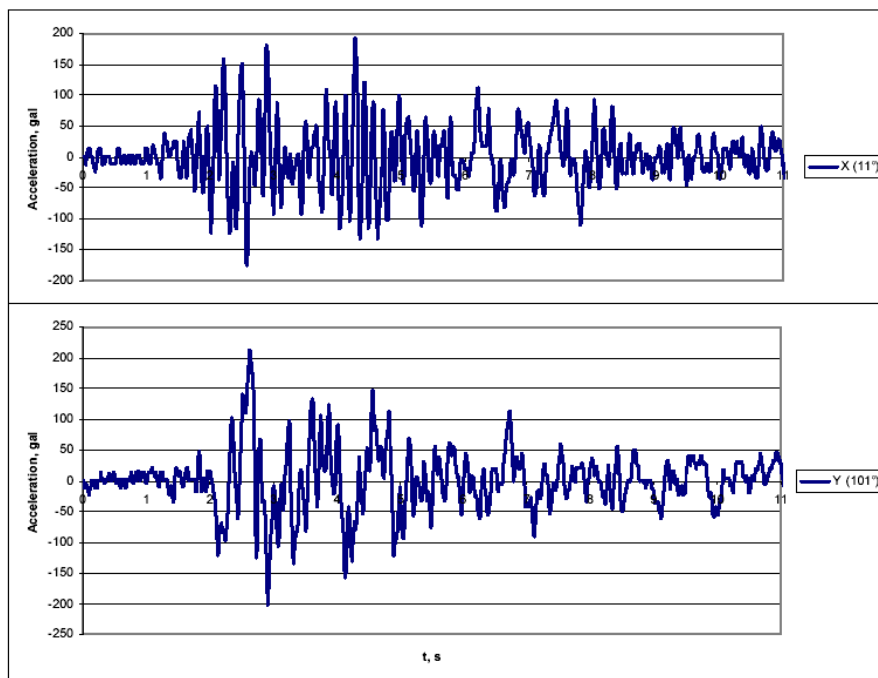


График №3. Акселерограммы землетрясения 31.08.86 г. (ИСС-1).

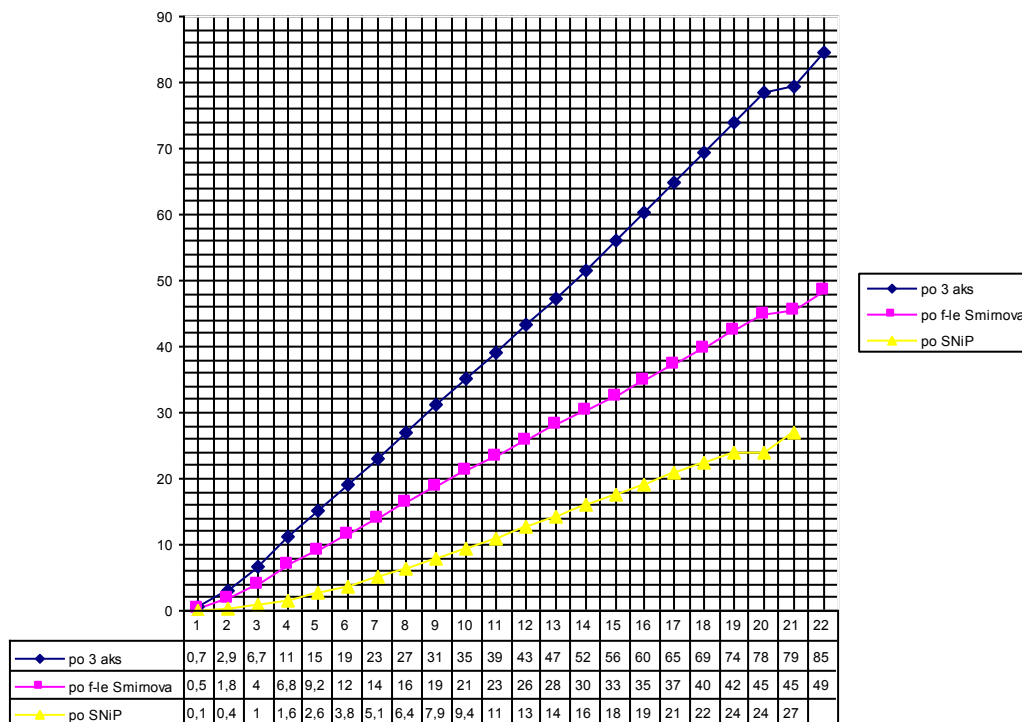


График №4. График перемещений по x от сейсмического воздействия при расчете по СНиПу, ф-ле Смирнова и 3-м Вранчевским акселерограммам.

Заключение

Несмотря на интерес, который представляют данные наблюдения, учитывая отсутствие научного сопровождения проектирования в строительстве и отсутствие испытаний зданий и сооружений, динамический метод следует принимать не в качестве альтернативы, а как дополнение к нормативному методу для особо ответственных зданий.

Так как из небольшого опыта проведения расчетов динамическим методом известно что динамический метод дает результаты превышающие результаты полученные по спектральной методике, то было бы правильно провести анализ по максимальной амплитуде синусоиды.

Вышеприведенные графики свидетельствуют об отклонениях в результатах полученных динамическим и спектральным методами.

Зарегистрированные отклонения существенны – значения различаются примерно вдвое.

Результаты, полученные рассмотренными методами, можно сбалансировать с помощью понижающего коэффициента.

Формула Смирнова использовалась в качестве акселерограммы к динамическому методу. Ее значения промежуточные между тремя Вранчевскими акселерограммами и расчетом по СНиПу.

Оценить влияние автошоков, главного удара и форшоков. Не исключено, что слабые возмущения сказываются в сильном разбросе результатов. Что и подтвердил расчет только на главный удар.

Библиография

1. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. –М.: АППЦИТГ, 1991.
2. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. М., 2004.
3. Смирнов А. Ф. «Строительная механика» «Динамика и устойчивость сооружений»
4. Поляков С.В. «Сейсмостойкие конструкции зданий». Москва «Высшая школа» 1983.
5. Бирбраер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость, СПб, Наука – 1998