

СПОСОБ ВЫБОРА ПАКЕТА РАСЧЕТНЫХ АКСЕЛЕРОГРАММ

Егупов К.В., Бондаренко А.С.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса, Украина

АНОТАЦИЯ: У статті розглянуто питання вибору акселерограмм для формування їх пакету при розрахунках будинків та споруджень на сейсмічні впливи з урахуванням ґрунтових умов.

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрен вопрос выбора акселерограмм для формирования их пакета при расчетах зданий и сооружений на сейсмические воздействия с учетом грунтовых условий.

ABSTRACT: This article is dedicated to the question of the choice of accelerograms for putting forming their packet at calculations of buildings and constructions on seismic influences, taking into account soil conditions.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Модель воздействия, акселерограммы, каркасно-каменные здания, пакет акселерограмм, учет грунтовых условий.

На сегодняшний день обеспечение проектирования надежных зданий и сооружений является основной задачей проектировщиков. При этом на современном этапе развития вычислительных комплексов становится доступен комплексный подход к оценке сейсмостойкости объектов строительства. Расчетная обоснованность принятых проектных решений достигается рассмотрением моделей конструктивной надежности [1, 2], одной из которых и является модель воздействия.

Следует отметить, что в нормах большинства стран ведущих сейсмостойкое строительство [3 - 5], базовыми методами определения сейсмической нагрузки являются: спектральный метод и прямой динамический. Спектральный метод имеет ряд условностей и противоречий относительно работе зданий и сооружений под нагрузкой [6]. Поэтому более объектив-

ную картину позволяет отразить прямой динамический метод при использовании акселерограмм землетрясения. При этом достоверно оценить работу здания или сооружения при действии сейсмических нагрузок можно при использовании акселерограмм землетрясения или акселерограмм, моделирующих возможные сейсмические воздействия для региона строительства. Наиболее полную информацию о величине и характере колебаний грунта на исследуемых участках могут дать записи сильных землетрясений, зарегистрированные непосредственно на ней [7]. Следовательно, во время сильного землетрясения в процессе формирования акселерограмм на поверхности Земли главную роль играют периоды свободных колебаний поверхности неоднородной толщи. Это означает, что на данной строительной площадке акселерограммы, зарегистрированные от разных землетрясений, должны иметь примерно одинаковые преобладающие периоды [8]. Сейсмические волны, распространяющиеся от очага землетрясения на поверхности Земли, генерируют колебания грунта с преобладающими периодами, равными периодам собственных колебаний приповерхностной толщи грунта, которые в свою очередь в наземном сооружении вызывают новые колебания с преобладающими периодами, равными периодам свободных колебаний самих сооружений.

Основной характеристикой любого сложного колебательного процесса является спектр периодов его составных частей. Величины периодов колебаний грунтов играют основную роль при изучении поведения сооружения во время землетрясения. Сейсмическое воздействие относится к динамическим воздействиям, при которых наибольший уровень эффекта обусловлен резонансными явлениями, т.е. совпадением или близостью величин периодов колебаний грунта и свободных колебаний надземных сооружений [8]. Поэтому, для учета расчетных сейсмических колебаний грунта, можно использовать синтезированные расчетные акселерограммы.

Однако расчет на одну акселерограмму землетрясения не только не дает объективной картины поведения, но и дезинформирует проектировщика о динамическом характере работы здания или сооружения под нагрузкой. В нормах [4] рекомендуется, при отсутствии данных для конкретной строительной площадки, при расчете использовать не одну акселерограмму, а пакет, состоящий из 3-5 акселерограмм. Аналогичные рекомендации содержатся в Еврокоде-8 [3]. Следовательно, общая картина расчета на пакет акселерограмм вроде ясна. Возникает следующий вопрос, а какие акселерограммы выбрать для данного объекта строительства, конечно же, при наличии их базы.

Основная цель данной статьи заключается в представлении способа формирования пакета акселерограмм для расчета зданий и сооружений.

В основу предлагаемого способа положена методика расчета на заданные акселерограммы землетрясения [9]. Основываясь на ней, была

выполнена систематизация акселерограмм, а также разработан алгоритм выбора акселерограмм, которые оказывают наибольшее влияние на динамическую реакцию конкретных зданий и сооружений.

Последовательность действий для подготовки модели воздействия состоит из следующих этапов:

- первоначально определяются динамические характеристики объекта проектирования любым из существующих способов;
- согласно табличным данным (табл. 1) или графическому материалу (рис. 3, 4), выбирается необходимое число акселерограмм, при расчете на которые были получены максимальные перемещения и внутренние усилия;
- после формирования пакета акселерограмм выполняется расчет здания или сооружения с использованием функции современных вычислительных комплексов – «Вариация моделей» [10].

Таблица 1

Значения перемещений и внутренних усилий								
Значение периода, с	Номер акселерограммы							
	1		2		3		...	n
	перемещения, мм	продольная сила, кН	перемещения, мм	продольная сила, кН	перемещения, мм	продольная сила, кН		
0,9	-9,54	+493	-18,07	+934	+27,8	-1436
1	+11,78	-476	+21,63	-874	+37,04	-1500
Так как расчетный и графический материал составляет большой объем и не может быть размещен в рамках данной статьи, он представлен частично, только для иллюстрации выбранного примера.								

Работа по формированию данных табл. 1 выполнена для Одесского региона. В основу данного способа легли спектры реакций единичных осцилляторов с диапазоном периодов от 0,1 с до 3 с. Он соответствует динамическим характеристикам большинства зданий и сооружений с различными конструктивной и объемно-планировочной схемами.

Иллюстрацию предложенного способа предлагается рассмотреть на примере каркасно-каменного здания, расчетная схема которого представлена на рис. 1. Упрощение расчетной схемы облегчит анализ результатов расчета на этапе формирования модели воздействия. Таким образом, используя метод конденсации [11], перейдем от трехмерной модели к схеме в виде консольного стержня (рис. 2).

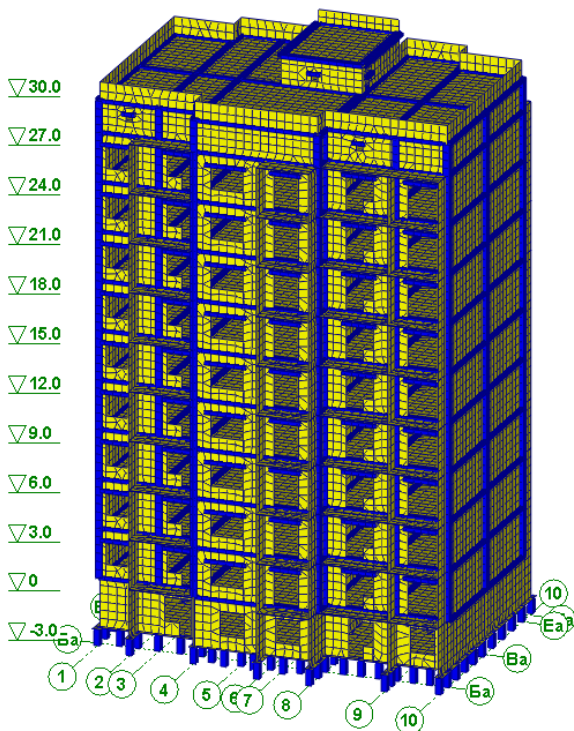


Рис. 1. Компьютерная трехмерная модель каркасно-каменного здания

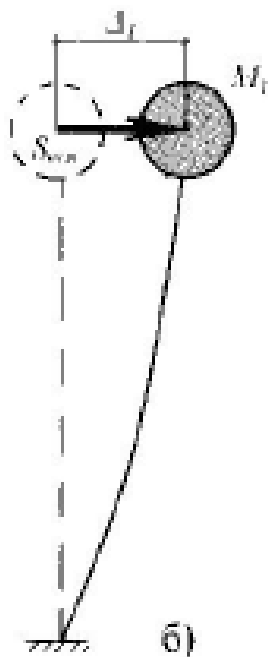


Рис. 2. Расчетная схема здания в виде консольного стержня

После подготовки расчетных схем определим период первой формы собственных колебаний здания, т.к. эта форма является наиболее энергоемкой и вносит наибольший вклад при определении деформаций и внутренних усилий для этого объекта. Период первой формы составляет 0,935 с. Далее по табл. 1 рассматриваем две строки со значениями 0,9 и 1 с.

На рис. 3, 4 представлены графики, отражающие значения перемещений в зависимости от выбранной акселерограммы. Аналогичные графики составлены и для внутренних усилий (изгибающих моментов и поперечных сил). Таким образом, для выбранного объекта мы выбираем акселерограммы под номерами 11, 15, 20, 21, 24, 28. Затем выполняется расчет трехмерной модели здания на уже уточненную модель воздействия.

Следует отметить, что первоначально была попытка систематизировать акселерограммы в зависимости от амплитудного состава, но систематизация по данной характеристике не давала однозначной картины.

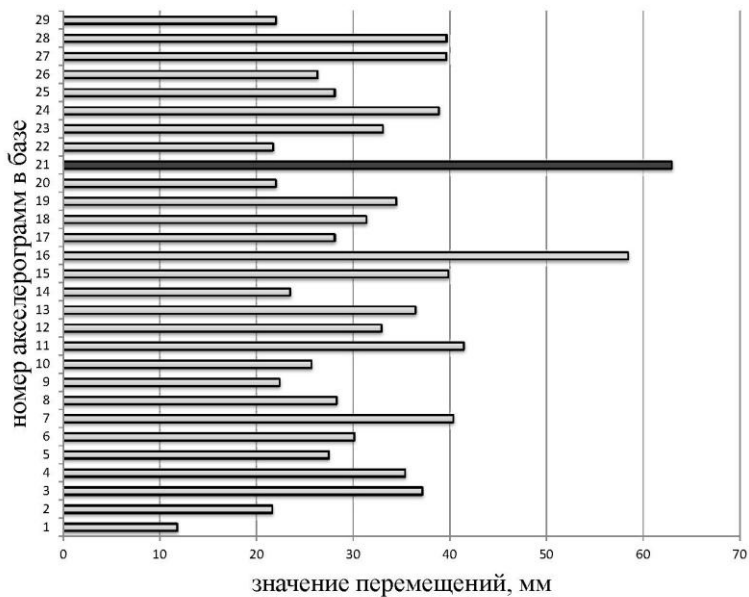


Рис. 3. Значения перемещений при расчете на заданные акселерограммы землетрясения для периода 0.9с

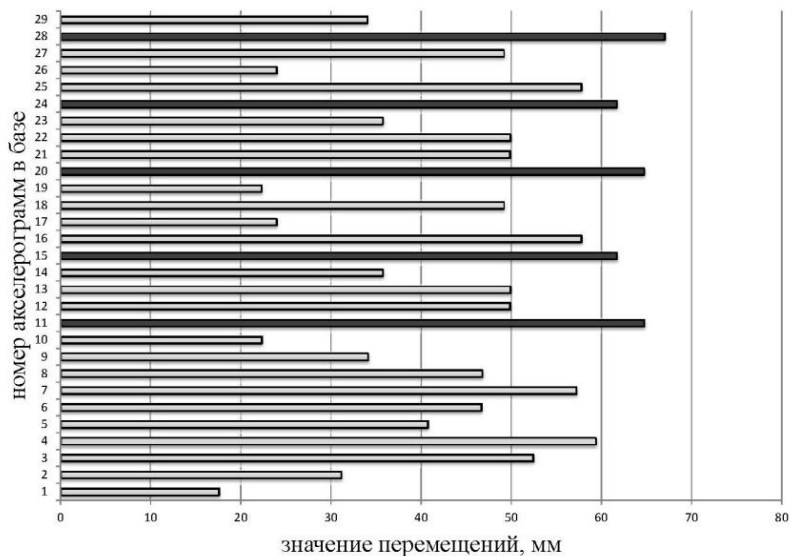


Рис. 4. Значения перемещений при расчете на заданные акселерограммы для периода 1,0 с

В заключение следует отметить, что разработанный способ выбора пакета акселерограмм при имеющейся базе для региона строительства, значительно облегчает процесс формирования и уточнения модели воздействия, которая в свою очередь является одной из основных составляющих получения достоверных результатов о характере работы зданий или сооружений при сейсмических нагрузках. При отсутствии базы акселерограмм, последние могут быть получены путем синтетизирования имеющихся акселерограмм для конкретной строительной площадки. Аналогичная таблица может быть получена для каждого строительного объекта или региона в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блауберг И.В. Становление и сущность системного подхода / И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. – Москва: Наука, 1973. – 270 с.
2. Биргер И.А. Сопротивление материалов: учебное пособие / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. – Москва: Наука, 1986. – 560 с.
3. Design of structures for earthquake resistance. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings: EN 1998-1: 2004 Eurocode 8. - cen European Committee for Standardization. - Brussels.
4. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12:2006. – [действительный с 2007-01-02]. – Киев: Минстрой Украины, 2006. – 84 с.
5. Строительство в сейсмических районах: СНиП II-7-81* Минстрой России. - М.: ГП ЦПП, 1996. - 52 с. - (Нормативный документ России).
6. Уздин А. М. Что скрывается за линейно-спектральной теорией сейсмостойкости / А.М. Уздин // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2009. – № 2. – С.18-22.
7. Науково-технічний супровід проектування 7-ми секційного житлового будинку з вбудованими офісними приміщеннями та підземним паркінгом по вул. Маліноського, 62 в м. Одеса: отчет о научно-технической работе. – К.: ГП НИИСК. - 2010. – 88 с.
8. Хачиян Э.Е. Прикладная сейсмология / Э.Е. Хачиян. – Ереван: ГИТУТЮН НАН РА, 2008. – 491 с.
9. Егупов К.В. Один из методов определения сейсмической нагрузки по заданной акселерограмме землетрясений / К.В. Егупов, Ю.П. Зюкин, А.С. Бондаренко // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. - К.: ДПНДІБК. - 2010. - Вип.73. - С. 114-121.
10. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD / [Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А.]. – М.: СКАД СОФТ, 2007. – 609 с.
11. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. В двух частях / Ю.И. Немчинов. - Киев, 2008. – 480 с.

Статья поступила в редакцию 25.09.2013 г.