

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ НОРМ США

Проанализировано содержание строительных норм США. Проведено сравнение строительных сейсмических норм России и США. Обнаружены как черты сходства, так и различий. Выявлены существенные недостатки строительных сейсмических норм США.

Ключевые слова: сейсмическая интенсивность; спектр реакции; грунтовые поправки; категория и модель грунтового массива; нелинейность.

Сейсмические нормы США содержатся в документе [NEHRP, 2003], разработанного в рамках Национальной Программы уменьшения ущерба от землетрясений и который определяет антисейсмические мероприятия для строящихся зданий и сооружений.

Сейсмическая опасность территории США определяется тремя параметрами: S_s , S_l и T_l . Первые два параметра характеризуют соответственно значения короткопериодной ($T=0,2$ с) и длиннопериодной ($T=1$ с) плотности спектра реакций. T_l – величина сверхдлинного периода. На основе этих трех параметров может быть построен спектр реакции исходного сейсмического воздействия, рис.1.

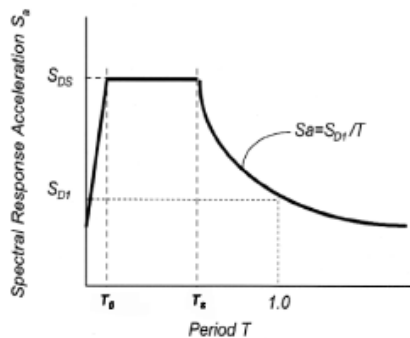


Рис. 1 Спектр реакции исходного воздействия

Грунтовые условия учитываются парой поправок F_a , F_v – соответственно для короткопериодной и длиннопериодной части спектра реакции. По ним может быть рассчитано сейсмическое воздействие, учитывающее грунтовые условия. Значения поправок F_a и F_v приведены в таблицах 1 и 2.

Сравнение сейсмических норм России [СНиП II-7-81, 1982 г.] и США обнаруживает как черты сходства, так и различий. Начнем с черт сходства.

1. Сохранен корреляционный принцип сопоставления инженерно-геологических и сейсмологических данных.
2. Сохранена принципиальная схема уточнения интенсивности за счет грунтовых условий путем прибавки за грунты к исходной интенсивности.
3. Сохранено понятие "средний грунт", хотя это уже не "средняя" категория. В нормах США средний грунт определяется свойствами скального грунта (категории В). Это позволяет минимизировать влияние нелинейности реакции грунтов при сильных сейсмических воздействиях.

4. Сохранен способ усреднения свойств грунтовой толщи. Грунтовые условия определяются средними параметрами грунтовой толщи.

Таблица 1
Коэффициенты грунтовых условий для короткопериодной части спектра

| Класс грунта | Исходная спектральная плотность | | | | |
|--------------|---------------------------------|-------------|--------------|-----------|-----------------|
| | $S_s \leq 0,25$ | $S_s = 0,5$ | $S_s = 0,75$ | $S_s = 1$ | $S_s \geq 1,25$ |
| A | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| B | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| C | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| D | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| E | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,9 |

Таблица 2
Коэффициенты грунтовых условий для длиннопериодной части спектра

| Класс грунта | Исходная спектральная плотность | | | | |
|--------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | $S_l \leq 0,1$ | $S_l = 0,2$ | $S_l = 0,3$ | $S_l = 0,4$ | $S_l \geq 0,5$ |
| A | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| B | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| C | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| D | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,5 |
| E | 3,5 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,4 |

Теперь отметим отличия. Их значительно больше и они более значимые.

1. Не используется понятие "балл".
2. Интенсивность учитывается с использованием спектров реакции.
3. Разделены функции определения категории грунта и поправки в значения интенсивности за счет грунтовых условий. Одна таблица определяет категории грунта, а две другие – поправки за счет грунтовых условий.
4. Описательная часть таблицы категорий сокращена, зато введены числовые характеристики свойств грунта. Это позволяет устранить возможные ошибки в определении категорий грунта и делает эти определения более объективными.
5. Подчеркнута роль поперечных волн, как основной характеристики свойств грунтовой толщи в отношении сейсмических воздействий.
6. Увеличена мощность активной зоны с 10 до 30 метров.

7. Нет прямых указаний на роль воды. Этот пункт в течение многих лет ошибочно присутствует в российских нормах.

8. В какой-то мере учитываются частотные особенности воздействий.

9. Учитывается нелинейность воздействий и реакции грунтов на них. Это очень важно по отношению к свойствам рыхлых грунтов.

После всего сказанного возникает резонный вопрос: если нормы США так хороши, может быть следует их принять за образец и работать по ним? Следующий пример поясняет органический недостаток, присущий нормам США.

Пусть имеются два типа грунтового массива, сейсмические характеристики которых приведены в таблице 3. В точки зрения американских сейсмических норм оба типа относятся к одной и той же категории С и следовательно грунтовые поправки, а следом за ними сейсмические нагрузки, рассчитываемые с их помощью, для них будут одни и те же. Между тем частотные характеристики обеих моделей, представленные на рис.2 и 3 заметно отличаются.

Таблица 3

Параметры моделей 1 и 2

| Модель 1 | | |
|----------|----------------------------|---------|
| h, м | ρ , г/см ³ | Vs, м/с |
| 20 | 1,8 | 400 |
| 30 | 2,0 | 600 |
| ∞ | 2,2 | 1000 |
| Модель 2 | | |
| h, м | ρ , г/см ³ | Vs, м/с |
| 10 | 2,0 | 600 |
| 40 | 1,8 | 400 |
| ∞ | 2,2 | 1000 |

Вообще понятие категория по отношению к грунтовой толще применимо плохо. Гораздо лучше оперировать с понятием "модель". Таким

образом, ответ на вопрос, следует ли копировать американские нормы должен на наш взгляд быть таким. Нужно взять все хорошее у них, но создать нормы с учетом специфики Российских изысканий и без замеченных недостатков.

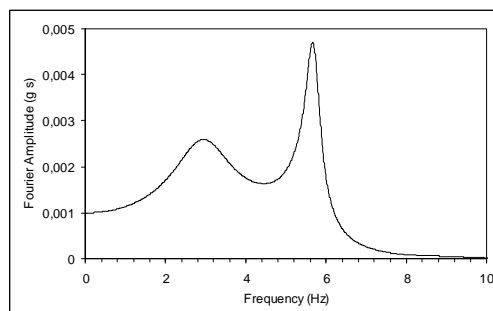


Рис. 2 Спектр Фурье, модель 1

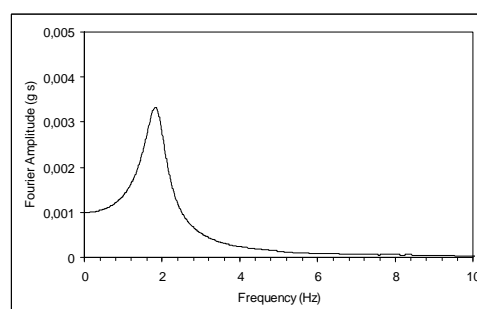


Рис.3 Спектр Фурье, модель 2

Литература

- BSSC (BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL). 2001: NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures, 2000 Edition, Part 1: Provisions, prepared by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report FEMA 386), Washington, D.C.
- СНиП II-7-81* - Строительство в сейсмических районах // М. Стройиздат. 1982.

КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНИХ СЕЙСМІЧНИХ НОРМ США

А.С. Альошин

Проаналізовано зміст будівельних норм США. Проведено порівняння будівельних сейсмічних норм Росії та США. Виявлено як риси подібності, так і відмінностей. Виявлено суттєві недоліки будівельних сейсмічних норм США.

Ключові слова: сейсмічна інтенсивність; спектр реакції; ґрунтові поправки; категорія і модель ґрунтового масиву; нелінійність.

CRITICAL ANALYSIS OF BUILDING STANDARDS IN USA

A.S. Aleshin

The content of USA building standards was analyzed. The comparison of building standards in USA and Russia was done. Similarities and differences were defined. Important defects of building seismic standards in USA were detected.

Key words: seismic intensity, reaction spectrum, soil correction, category and model of soil massif, linearity.