

## ЛИТЕРАТУРА

1. Типовой проект ТП 907-2-205 «Труба дымовая кирпичная  $H=45\text{м}$ ,  $d_0=1.5\text{м}$  с надземным примыкание газоходов для котельных установок.
2. Программа для ВІМ-проектирования «Autodesk Revit».
3. Надстройка «Дунамо» для визуального программирования в «Autodesk Revit».

УДК 624.04

### **Особенности учета влияния сейсмических воздействий в нормативных документах Беларуси, России, Украины, Европы и Америки**

Расанец М. А.

Научный руководитель – Зверев В. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Любая строительная система проектируется таким образом, чтобы антисейсмическая способность здания превышала расчетные сейсмические воздействия. Сюда включены прочность, жесткость и деформативность, определяемые исходя из объемно-планировочного решения и характеристик материалов фундаментов, сейсмоизоляционной системы и надземной части сооружения. В свою очередь, для конкретного сейсмоизолированного сооружения расчетная модель может быть задана в виде:

- формулы распределения статической поперечной силы в основании и горизонтальных сил по высоте сооружения;
- набора расчетных спектров реакции землетрясений;
- подходящих для места строительства записей землетрясений во времени.

Спектр реакций (ответов) - график максимальных реакций: перемещений, скоростей, ускорений, или других максимальных параметров совокупности осцилляторов (систем с одной степенью свободы) на заданное воздействие. Ординаты спектра ответов - максимальные значения реакций осцилляторов на заданное воздействие, абсцисса спектра - собственные частоты осцилляторов или периоды

собственных колебаний. При сейсмических воздействиях – это колебания основания, которое может быть задано акселерограммой колебаний поверхности грунта реального землетрясения, или представлено в виде синтезированной акселерограммы, полученной в результате статистической обработки акселерограмм нескольких землетрясений.

Спектры реакций (ответов) одна из наиболее важных, полезных и широко используемых концепций в теории и практике расчётов сооружений на сейсмостойкость. Предложенная более в 1926 году К. А. Сюзиро [1], в настоящее время эта концепция используется практически во всех зарубежных нормативных документах по расчёту сооружений на сейсмостойкость.

Данная концепция позволяет провести расчеты здания на сейсмостойкость инженерными методами.

Сейсмическое воздействие на грунт, как правило, определяется с использованием анализа сейсмической опасности конкретного участка с учетом расположения здания, региональных геологических характеристик и предполагаемого уровня опасности землетрясения. В результате определяется однородный спектр отклика опасности, определяющий линейные спектральные значения ускорения для разных периодов и уровней опасности.

В европейских нормативных документах, представленных ТКП EN1998-1-2011(02250) [2] и в американских нормативных документах, представленных ASCE/SEI 41-13 «Seismic evaluation and retrofit of existing buildings» [3] рекомендуемый упругий спектр реакции представлен на рисунках 1,2.

В Республике Беларусь, согласно национальному приложению ТКП EN1998-1-2011 рекомендуется принимать форму упругого спектра реакции ускорения грунта согласно указаниям СНиП II-7-81\* (2.9) [4], которые соответствует указаниям действующего российского нормативного документа СП 14.13330.2013 [5].

В российских и украинских нормах для оценки сейсмических воздействий используется понятие спектр коэффициентов динамичности  $\beta$ .

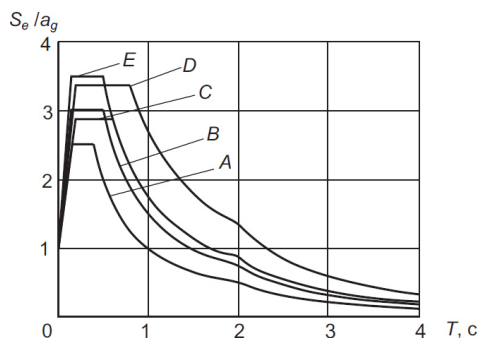


Рис. 1. Рекомендуемый упругий спектр реакции типа 1 для типов грунта от А до Е согласно ТКП EN1998-1-2011. ( $T$  – период колебаний линейной системы,  $a_g$  – расчетное ускорение грунта,  $S_e$  – упругий спектр реакции грунта)

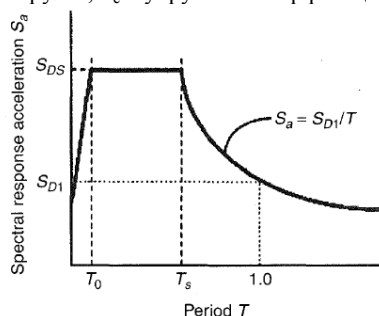


Рис. 2. Рекомендуемый спектр реакции согласно ASCE/SEI 41-13. ( $T$  – период колебаний линейной системы,  $S_{DS}$  – расчетное ускорение грунта в краткосрочный период колебаний,  $S_{D1}$  – расчетное ускорение грунта в период колебаний  $T=1$  с,  $S_a$  – упругий спектр реакции грунта)

Спектр коэффициентов динамичности — безразмерный спектр ответа, полученный делением всех его значений на абсолютное максимальное ускорение акселерограммы.

Спектр коэффициентов динамичности  $\beta$  строится как совокупность функций периода свободных колебаний осциллятора. Это практически та же концепция, что и спектр реакции (ответа), названная по-другому.

В российских нормативных документах, представленных СП 14.13330.2013 и в украинских нормативных документах, представленных ДБН В.1.1-12:2014 [6] спектры коэффициентов динамичности представлены на рисунках 3 и 4:

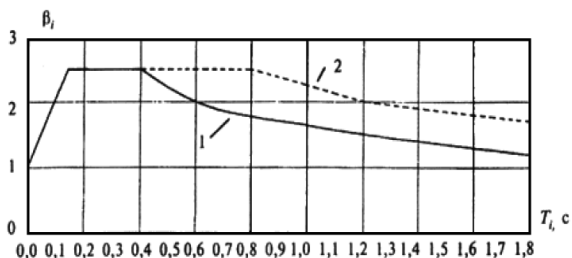


Рис. 3. Спектр коэффициентов динамичности  $\beta_i$  в зависимости от расчетного периода  $T_i$  собственных колебаний здания или сооружения по 1-ой форме при определении сейсмических нагрузок согласно СП 14.13330.2013

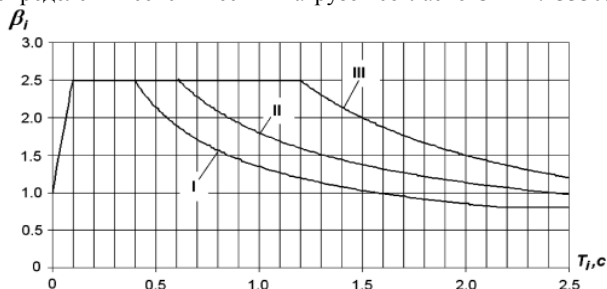


Рис. 4. Спектр коэффициентов динамичности  $\beta_i$  в зависимости от категории грунта (I-III) и периода  $T_i$  собственных колебаний здания или сооружения по 1-ой форме согласно ДБН В.1.1-12:2014

В большинстве российских и украинских источников по динамике сооружений не упоминается концепция спектров ответов. При этом во многих крупных проектных организациях расчёты на сейсмические воздействия, выполняются по программным комплексам, закупленных за рубежом, в которых при расчётах на сейсмические воздействия используются такие понятия как спектры максимальных реакций, модальная масса, модальный коэффициент демпфирования, коэффициенты участия формы и др.

Рассмотрим значения коэффициентов динамичности и упругих спектров реакции в совокупности путем составления сводного графика динамичности  $\beta_i$  и упругих спектров реакции грунта  $S_a$  согласно нормативным документам России, Украины, Америки и Европы.

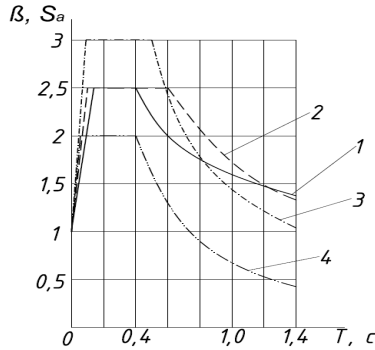


Рис. 5. Сводный график коэффициентов динамичности  $\beta_i$  и упругих спектров реакции грунта  $S_a$ , согласно: 1 - СП 14.13330.2013 (для категории грунта II, скорость распространения поперечных волн  $V=250-700$  м/с); 2 - ДБН В.1.1-12:2014 (для категории грунта II,  $V=500-800$  м/с); 3 - согласно ТКП EN1998-1-2011 (для категории грунта B,  $V=360-800$  м/с); 4 – согласно ASCE/SEI 41-13 (для категории грунта C,  $V=370-760$  м/с).

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что принципиально подход к определению упругого спектра реакции в России и Украине не отличается от подхода стран Европы и Америки. Разница значений обусловлена различным подходом к определению геологических особенностей грунта и составлению карт сейсмического районирования в различных странах.

Линейно-спектральный метод расчета, основанный на анализе данных спектров реакций, может использоваться в условиях нашей страны для проектирования сейсмостойких высотных зданий, не требующих особых условий надежности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Suyehiro K. A seismic vibration analyser and the records obtained therewith. Bulletin of the Earthquake Research Institute-University of Tokyo 1926; 1:59-64.
2. Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1. Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий: ТКП EN1998-1-2011 – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2013. – 158 с.
3. Seismic evaluation and retrofit of existing buildings: ASCE/SEI 41-13 - Reston, Virginia: by the American Society of Civil Engineers, 2013. – 411 p.

4. Строительство в сейсмических районах. Госстрой России: СНиП II-7-81\* – М.: ГУП ЦПП, 2000. - 44 с., карты ОСР-97
5. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*: СП 14.13330.2013 – М: Госстрой России, 2013. – 120 с.
6. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12:2014 – Киев: Научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК) Минрегионстроя Украины, 2014. – 109 с.

УДК 69.059 (476)

**К вопросу технического и эксплуатационного состояния  
наружных горизонтальных несущих конструкций зданий  
жилого и гражданского назначения**

Свиридов Ю.Ю.

Научный Руководитель – Ловыгин А.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Галереи и балконы являются наружными горизонтальными несущими конструкциями и наиболее подвержены внешним воздействиям, испытывая в процессе эксплуатации зданий постоянное разрушающее физическое и химическое влияние атмосферы.

Эти воздействия являются причиной образования трещин, после появления которых проявляется вредное влияние других физических факторов. Среди них наиболее значительны промерзание, а затем увеличение трещин и разрушение.

Из-за многообразия конструктивных решений горизонтальных несущих конструкций зданий в данной работе обзор будет ограничен состоянием балконных плит малоэтажных (4-х – 5-ти этажных) жилых зданий г. Минска и отдельных населенных пунктов Минской области.

В конструктивном отношении обследуемые здания бескаркасного типа с продольными несущими кирпичными стенами толщиной 510 и 380мм. Перекрытия сборные железобетонные из пустотелых плит толщиной 220мм. По главному и дворовым фасадам здания