

УДК 624.042.7

РАСЧЕТ КАРКАСА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ НА ДЕЙСТВИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ С ПУЛЬСАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

М.Ю. Беличенко, студент гр. СБ12-12, IV курс
В.А. Дроздов, студент гр. СБ12-12, IV курс
А.С. Коробейников, студент гр. СБ12-12, IV курс
Л.Р. Ахметова, студент гр. СБ12-91, IV курс
Научный руководитель: В.И. Палагушкин, к.т.н, доцент
Сибирский Федеральный Университет
г. Красноярск

Повышение этажности зданий из-за обостряющегося дефицита земли городских территорий и ее удорожания, изменение карт сейсморайонирования территории России в сторону увеличения прогнозируемой интенсивности сейсмических воздействий перевели расчеты зданий и сооружений на сейсмические воздействия с пульсационной составляющей из разряда редко применяемых в часто используемые.

Такие расчеты базируются на динамике сооружений с использованием программных комплексов (ПК). Динамические расчеты существенно сложнее статических, они требуют для организации ввода и анализа полученных результатов более глубоких знаний в области строительной механики и, в частности, динамики сооружений. Расчеты на сейсмические и ветровые воздействия с учетом пульсации являются частными случаями динамических расчетов.

Пульсационную составляющую ветровой нагрузки необходимо учитывать при расчете многоэтажных зданий высотой более 40 м, одноэтажных производственных зданий высотой более 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5. Пульсация ветровой нагрузки учитывается также при расчете высотных сооружений (мачт, башен, дымовых труб, опор ЛЭП, открытых эстажерок) с периодом собственных колебаний, соответствующих первой форме $T_1 > 0,25$ с.

Для расчета на сейсмическую нагрузку с пульсацией ветра было принято 7-ми этажное здание со сборным железобетонным каркасом в городе Красноярск. Здание с подвалом и техническим этажом, в плане прямоугольное. Размеры в плане составляют 17х66 м в осях. Высота 19,8 м в верхней точке. Конструктивная схема здания – каркасная. Основными несущими конструкциями являются монолитные железобетонные колонны и ригели. Несущими конструкциями перекрытий и покрытия являются сборные железобетонные плиты.

Расчет конструкций здания выполнен по пространственной схеме с использованием интегрированной системы анализа конструкций SCAD Office. Сейсмический расчет выполнен для 7 баллов.

Все нагрузки рассчитаны с учетом СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

Собственный вес конструкции рассчитывается в программном комплексе SCAD с коэффициентом включения: 1,1. Значение снеговой нагрузки 1,2 кПа, временной нагрузки - 480 кПа. Значения ветровой нагрузки сбоку и с торца подсчитаны для наветренной и подветренной стороны и приведены в таблицах 1,2,3,4.

Таблица 1 – Значение ветровой нагрузки сбоку для наветренной стороны

Высота z_e , м	k	W_m , кПа	Нагрузка на крайние колонны, Н/м	Нагрузка на средние колонны, Н/м
< 5	0,5	0,12	353,16	706,32
10	0,65	0,156	459,11	918,22
20	0,85	0,204	600,37	1200,74
26,4	0,97	0,23	676,89	1353,78

Таблица 2 – Значение ветровой нагрузки сбоку для подветренной стороны

Высота z_e , м	k	W_m , кПа	Нагрузка на крайние колонны, Н/м	Нагрузка на средние колонны, Н/м
< 5	0,5	0,075	220,73	441,45
10	0,65	0,0975	286,94	573,89
20	0,85	0,128	376,7	753,41
26,4	0,97	0,146	429,6	859,36

При выполнении расчета на сейсмическое воздействие используем расчетную схему, которая показана на рисунке 1.

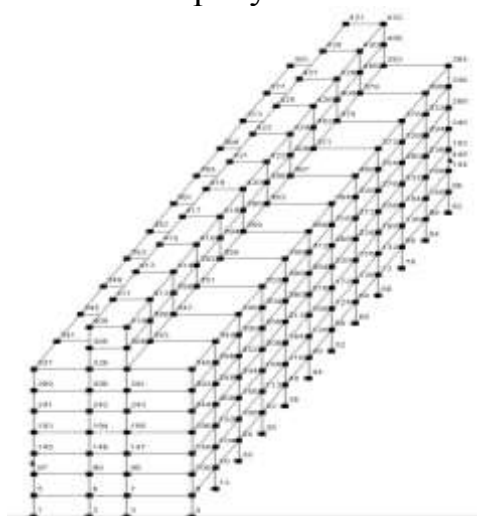


Рис. 1 – Расчетная схема каркаса

Таблица 3 – Значение ветровой нагрузки с торца для наветренной стороны

Высота z_e , м	k	W_m , кПа	Нагрузка на первую колонну, Н/м	Нагрузка на вторую колонну, Н/м	Нагрузка на третью колонну, Н/м	Нагрузка на четвертую колонну, Н/м
< 5	0,5	0,12	353,16	588,6	674,44	412,02
10	0,65	0,156	459,11	765,18	841,7	535,63
20	0,85	0,204	600,37	1000,62	1100,68	700,43
26,4	0,97	0,23	-	451,26	789,71	-

Таблица 4 – Значение ветровой нагрузки с торца для подветренной стороны

Высота z_e , м	k	W_m , кПа	Нагрузка на первую колонну, Н/м	Нагрузка на вторую колонну, Н/м	Нагрузка на третью колонну, Н/м	Нагрузка на четвертую колонну, Н/м
< 5	0,5	0,075	220,73	367,88	404,66	257,51
10	0,65	0,0975	286,94	478,24	526,06	334,77
20	0,85	0,128	376,7	627,84	690,62	439,49
37,8	0,97	0,146	-	286,45	501,29	-

При расчете были использованы комбинации нагрузок, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Комбинации нагрузок

№	Собс. вес	Временная нагрузка	Снег	Ветровая нагрузка	Ветровая нагрузка с торца
	НГ - 1	НГ - 2	НГ - 3	НГ - 6	НГ - 7
Осн. 1	1	1	1	0,9	0
Осн. 2	1	1	1	0	0,9

Таблица 6 – Список загружений статического расчета

Загружение	Наименование
1	Собственный вес
2	Временная нагрузка
3	Снег
6	Ветровая нагрузка
7	Ветровая нагрузка с торца

По результатам расчета на статическую нагрузку без сейсмических воздействий максимальное суммарное перемещение верха здания составляет 9,23 мм при комбинации загружений С1.

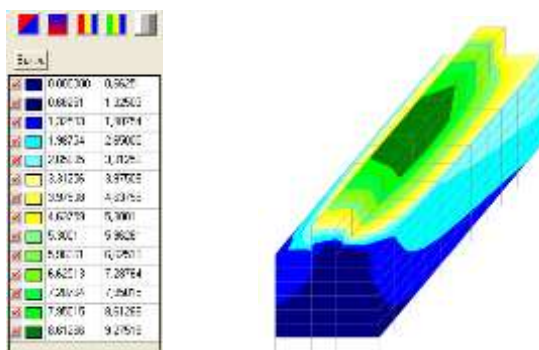


Рис. 2 – Цветовая схема суммарных перемещений здания при статической нагрузке

При расчете на сейсмические воздействия с пульсацией ветра использовался блочный метод Ланцоша. Максимальное суммарное перемещение верха здания при комбинации загружений С3 составляет 10,42 мм.

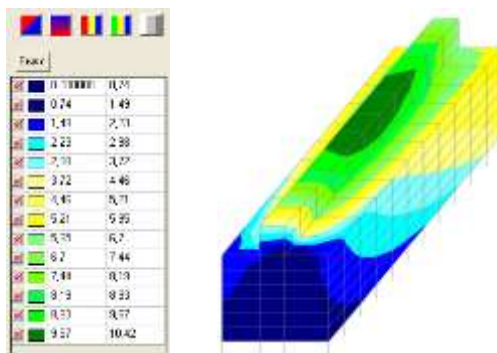


Рис. 3 – Цветовая схема суммарных перемещений здания при сейсмической нагрузке 7 баллов (комбинация С3)

Максимальное суммарное перемещение верха здания при нагружении L9, SD – амплитуды от суммарной динамической нагрузки, составляет 15,35 мм.

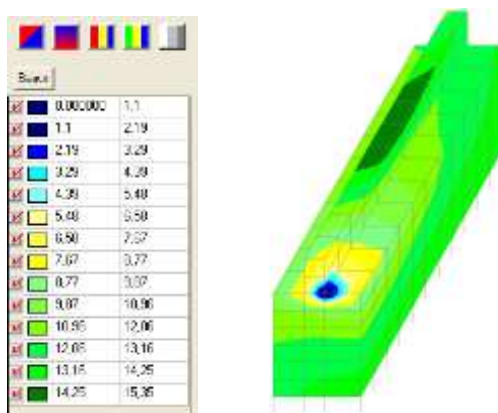


Рис. 4 – Цветовая схема суммарных перемещений здания при сейсмической нагрузке 7 баллов (комбинация L9, SD)

Таблица 7 – Список загружений сейсмического расчета

Загружение	Наименование
1	Собственный вес
2	Временная нагрузка
3	Снег
6	Ветровая нагрузка
7	Ветровая нагрузка с торца
8	Сеймика X
9	Сеймика Y

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что при расчете зданий на сеймику, происходит значительное увеличение внутренних усилий элементов, деформации происходят по криволинейному, волновому движению. При действии сейсмической нагрузки увеличиваются значения внутренних усилий, что соответственно ведет к увеличению либо толщины, либо армирования плит перекрытия и колонн.

Список литературы:

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Введ. – 01.01.2013. - Москва: ГУП ЦТП [Текст]// СПС Консультант Плюс. - 2011. - 148 с.
2. СП 20.1330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ. – 20.05.2011. - Москва: ГУП ЦТП [Текст]// СПС Консультант Плюс. - 2010. – 81 с.
3. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. – Введ. – 20.05.2011. - Москва: ГУП ЦТП [Текст]// СПС Консультант Плюс. - 2011. - 160 с.