

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.014.2:699.841

Напряженно-деформированное состояние энергопоглотителя кольцевого типа в башнях при динамических нагрузках

Абдурахманов А.З., инженер, Никаноров М.Н., Зарицкий Н.В., студенты гр. ПГС-404

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Произведено численное исследование напряженно-деформированного состояния энергопоглотителя в башнях на программном комплексе ЛИРА.

Энергопоглотители, сейсмика, напряженно – деформированное состояние, башни, прямой динамический метод расчета, акселерограммы

В стальных каркасах многоэтажных сейсмостойких зданий и в башнях жесткость в горизонтальном направлении обеспечивается за счет диагональных связей. Они ограничивают его горизонтальные смещения при землетрясении. Однако сами по себе эти элементы уязвимы при сейсмическом воздействии. Дело в том, что сейсмическая нагрузка, определяемая по нормам, соответствует некоторым средним значениям ускорений колебаний почвы, ожидаемым при землетрясении. Наряду с этим отдельные пиковые ускорения значительно (в 2 – 3 раза) превышают средние значения ускорений [1, 2]. При таких ускорениях возникают перегрузки, которые неизбежно приводят к развитию в конструкциях неупругих деформаций. В то же время связи выполняются в соответствии с традиционными решениями, разработанными для несейсмических районов, и в них не обеспечиваются необходимые условия для работы в пластической стадии.

Диагональные элементы связей сравнительно гибкие и при растяжении воспринимают значительно большие усилия, чем при сжатии. В случае работы в пределах упругости такой фактор не представляет опасности для сооружения. Если же связи работают в пластической области, при растяжении в диагональных элементах возникают остаточные удлинения. При сжатии они теряют устойчивость и выпучиваются. Таким образом, после ряда циклов растянутые связи потеряют несущую способность.

Учитывая эти обстоятельства, одним из эффективных путей повышения сейсмостойкости является установка в систему вертикальных связей сейсмопоглотителей. Одним из таких элементов является энергопоглотитель кольцевого (ЭПК) типа.

Для эффективного применения кольцевого сейсмопоглотителя необходимо иметь данные о его работе в упругопластической стадии.

С этой целью выполнен численный расчет в ПК Лира.

Так как сооружения башенного типа являются как правило сооружениями повышенного уровня ответственности, а также в данном случае рассматривается объект оснащенной активной системой сейсмозащиты, то в соответствии с табл.2.2. [3] следует выполнять расчет с использованием прямого динамического метода с применением набора синтезированных акселерограмм.

Для данного расчета необходимо определить период собственных колебаний всей конструкции. Для этого производят расчет по спектральному методу. Рассматриваемая конструкция - башня имеет период собственных колебаний равный 0,653 секунд.

После чего по табл. 2.10 [3] выбирают синтезированную акселерограмму в соответствии с рассчитанным периодом собственных колебаний. Акселерограммы существуют 3 видов: горизонтальная радиальная, горизонтальная тангенциальная и вертикальная. В данном случае была выбрана горизонтальная тангенциальная составляющая.

Была выбрана акселерограмма $Vb4t$ которая входит в период собственных колебаний зданий и имеет наибольшую амплитуду максимального ускорения.

После чего был произведен расчет в ПК Лира (рис. 1 – 7) [4].

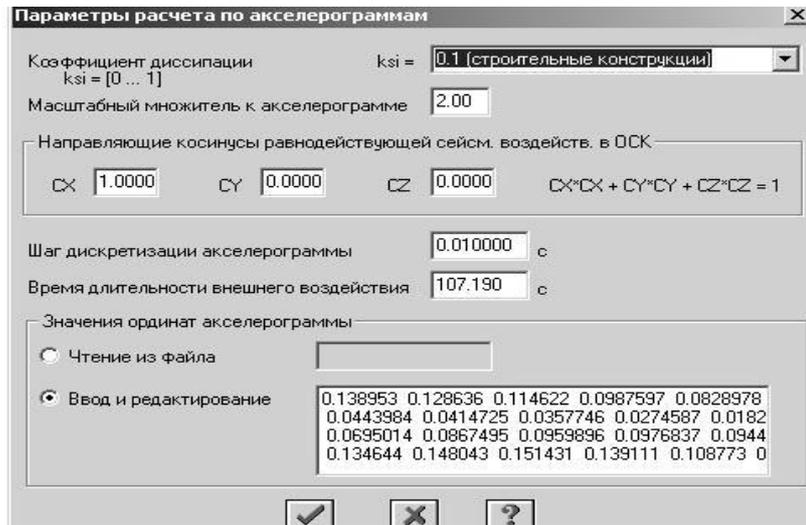


Рис. 1. Исходные данные для расчета

Масштабный коэффициент принимаем 2.00 т.к расчет проводится для 8бальной зоны в соответствии с п 2.4.4.[3].

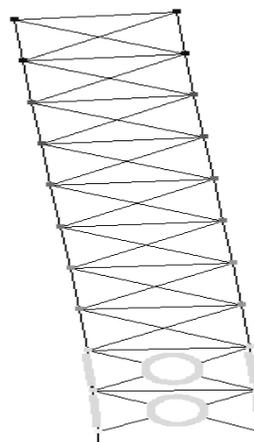
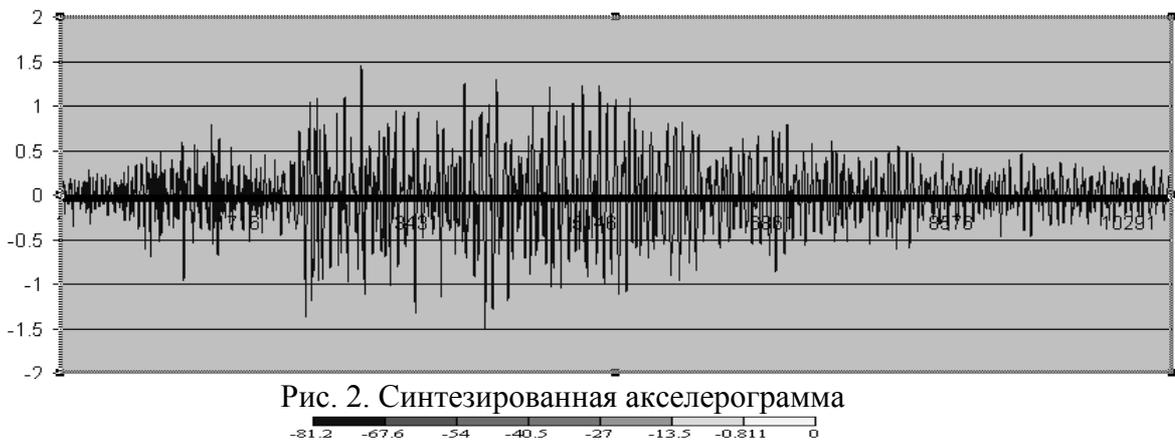


Рис. 3. Мозаика перемещений при расчете прямым динамическим методом. Максимальное перемещение 81,2 мм

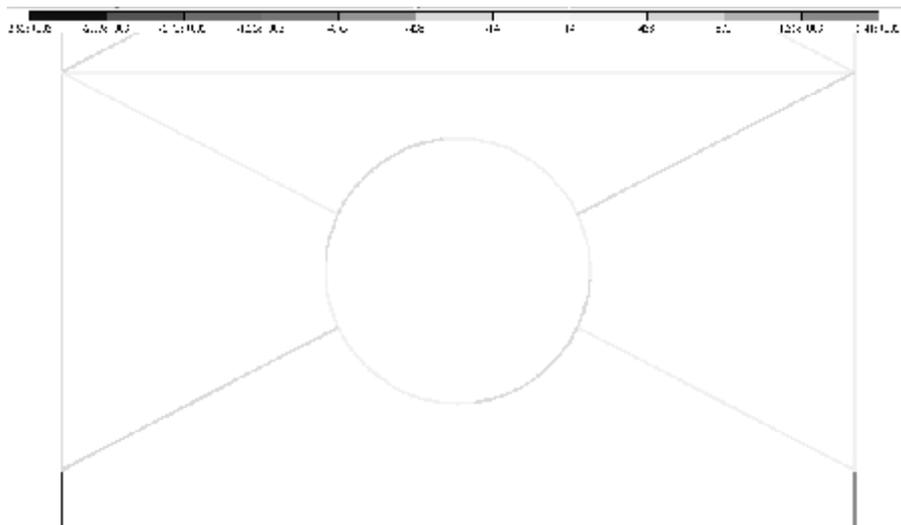


Рис. 4. Мозаика продольных сил возникающих в связях и кольце расположенных в плоскости сейсмического воздействия

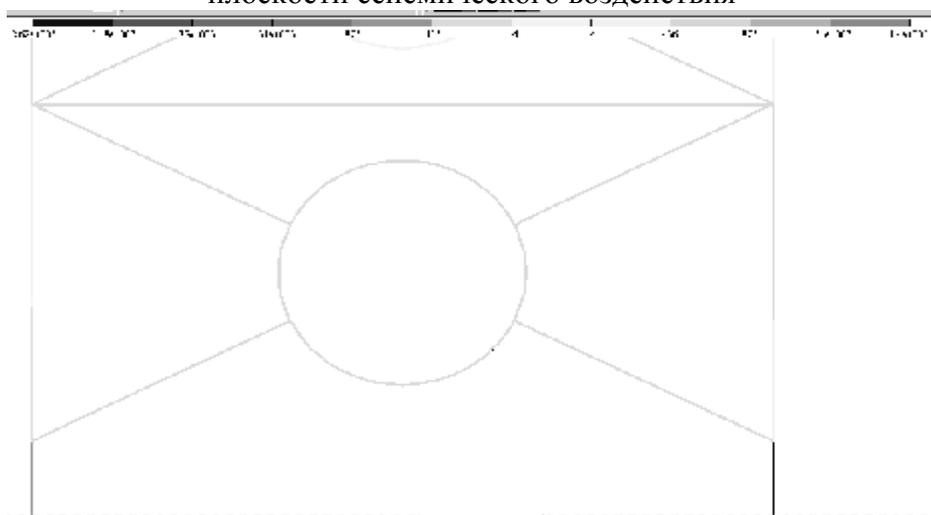


Рис. 5. Мозаика продольных сил возникающих в связях и кольце в плоскости перпендикулярной сейсмическому воздействию

Таким образом кольцо расположенное перпендикулярно действию сейсмического воздействия воспринимает $100 - \frac{195.1 - 124.2}{195.1} \times 100 = 63,6\%$ максимальных усилий кольца, который расположен в плоскости действия сейсмической силы.

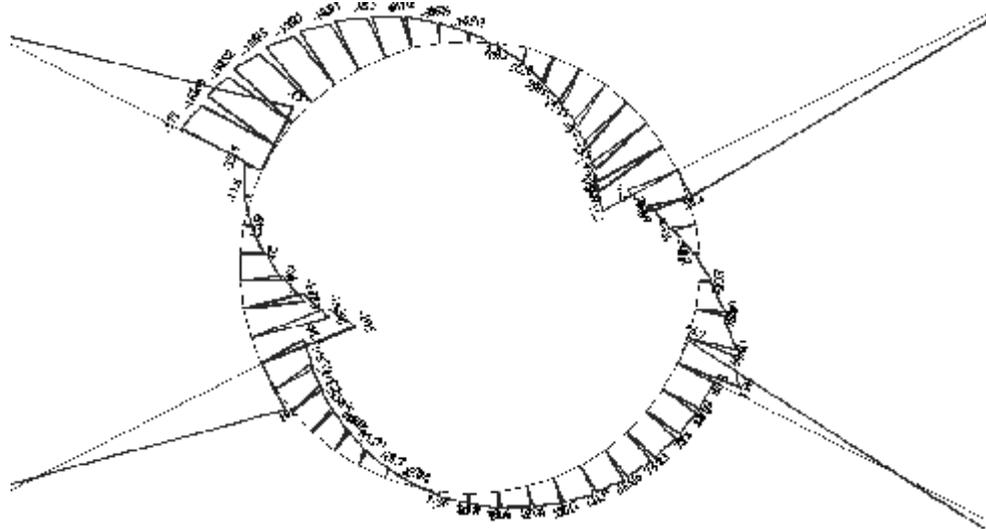


Рис. 6. Усилия M_u возникающие в кольце расположенном в плоскости действия сейсмического воздействия

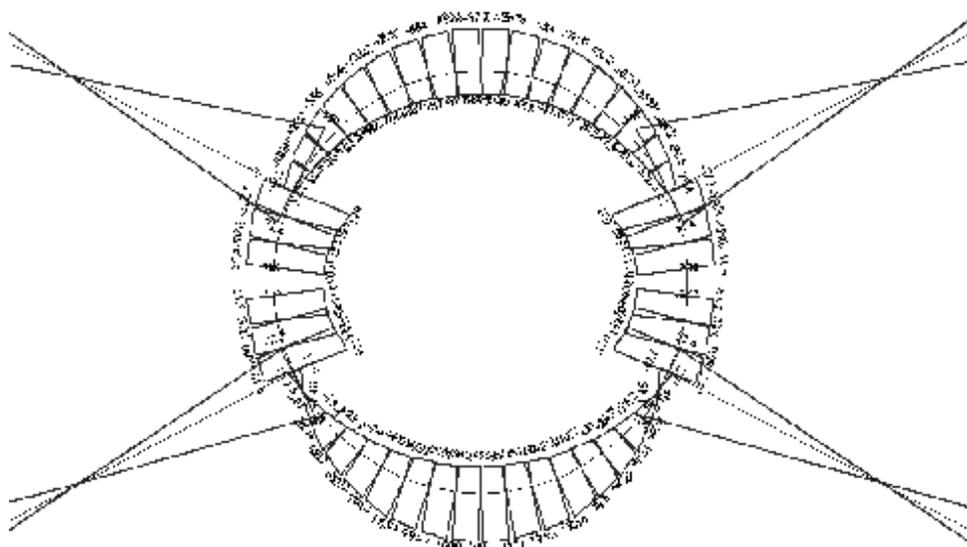


Рис. 7. Усилия M_u возникающие в кольце расположенном перпендикулярно действию сейсмического воздействия

В результате расчета были получены мозаики и эпюры усилий в элементах каркаса. Диагональные связи расположенные в плоскости действия сейсмического воздействия воспринимают усилия растяжения и сжатия, соответственно деформируются и кольцевые сейсмопоглотители – удлиняются и сжимаются по направлению связей. Как и должно быть максимальные усилия возникают в зонах сопряжения с диагональными связями, что приводит к упругопластическим деформациям. Диагональные связи расположенные в плоскости перпендикулярно сейсмическому воздействию либо только растягиваются, либо сжимаются. Напряжения возникающие при этом в кольцах недостаточны, чтобы вызвать пластические деформации. Таким образом кольцо, воспринимая осесимметричные нагрузки будет работать упруго. При изменении направления сейсмического воздействия из-за афтершоков будет работать в упругопластической стадии тем самым снижая сейсмическое воздействие на всю конструкцию.

ВЫВОДЫ

1. Для повышения сейсмостойкости стальных каркасов сооружений необходимо предусматривать в системах связей специальные элементы, работающие в упругопластической стадии, например энергопоглотители кольцевого типа.
2. Работа такого элемента за пределом упругости материала, при действии знакопеременной циклической нагрузки, обеспечивает поглощение большого количества энергии сейсмических воздействий, что приводит к быстрому затуханию колебаний каркасов, уменьшению сейсмических нагрузок, снижению металлоемкости конструкций и затрат на антисейсмические мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Остриков Г. М., Максимов Ю. С. Стальные сейсмостойкие каркасы многоэтажных зданий. – Алма-Ата: Казахстан, 1985. – 120 с.
2. Корчинский И. Л., Бородин Л. А., Остриков Г. М. Конструктивные мероприятия, обеспечивающие повышение сохранности каркасов зданий во время землетрясений. – Строительство и архитектура Узбекистана, 1976, №3, С. 39 – 42.
3. ДБН В.1.1-12-2006 Строительство в сейсмических районах Украины. / Минстрой, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины. – К.: ИСС «ЗОДЧИЙ», 2006. – 50 с.
4. Руководство пользователя ПК «Лира-Windows», Т1-6, НИИАСС, Киев, 2002. – 147 с.