

РАБОТА СЕЙСМОПОГЛОТИТЕЛЯ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА НА ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

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

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Проведено численное исследование напряженно-деформированного состояния энергопоглотителя в программе ANSYS Mechanical.

Энергопоглотитель, эффект Баушингера, напряженно – деформированное состояние, пластические деформации

Анализ последствий сильных землетрясений указывает на то, что одной из основной причиной повреждений зданий при землетрясениях является резонанс, т.е. сейсмические нагрузки на здания зависят не только от интенсивности колебаний грунта основания, но и от динамических характеристик самих зданий. Из этого следует, что если проектировать здания и сооружения с изменяемыми или регулируемыми динамическими характеристиками, то можно снижать динамические реакции и тем самым уменьшать величины сейсмических нагрузок. Этот подход называют активным, а для его реализации используют методы активной сейсмозащиты [1].

Одним из таких методов является использование металлических энергопоглотителей кольцевого типа (ЭПК) [2, 3]. ЭПК можно отнести к системам, уменьшающим сейсмические нагрузки за счет упругопластического деформирования.

В ходе данной работы было проведено исследование работы пространственного металлического каркаса (рис. 1) в двух случаях – без ЭПК и с применением сейсмопоглотителей кольцевого типа.

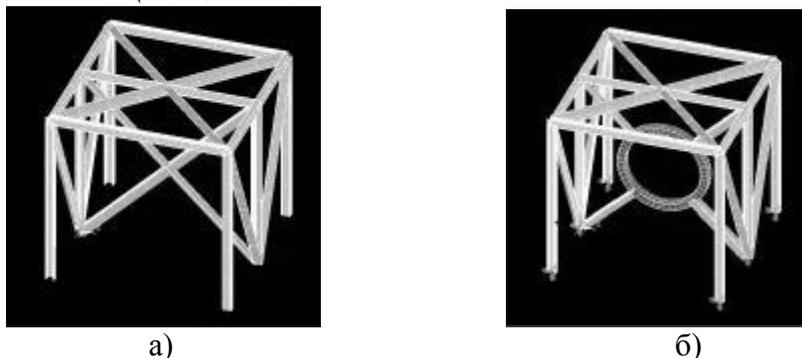


Рис. 1. Расчетная схема моделей: а) без ЭПК; б) с ЭПК

При описании нелинейных свойств материала кольца использовался закон билинейного кинематического упрочнения (рис. 2).

Билинейное кинематическое упрочнение предполагает, что материал циклически идеален и учитывает эффект Баушингера (снижение пределов пропорциональности, упругости и текучести материалов в результате изменения знака нагружения, если первоначальная нагрузка вызвала наличие пластических деформаций). Переход изотропных материалов из упругого состояния в пластическое определяется критерием Мизеса. Экспериментально установлено, что модель удовлетворительно описывает деформации большинства металлов [4].

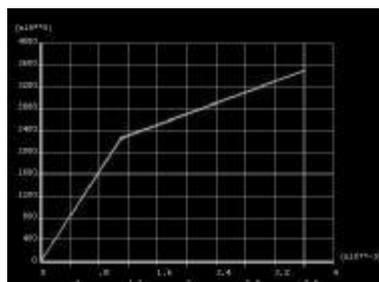


Рис. 2. Билинейный кинематический закон упрочнения материала ЭПК

Для жесткостей элементов использовались следующие сечения (размеры в метрах):

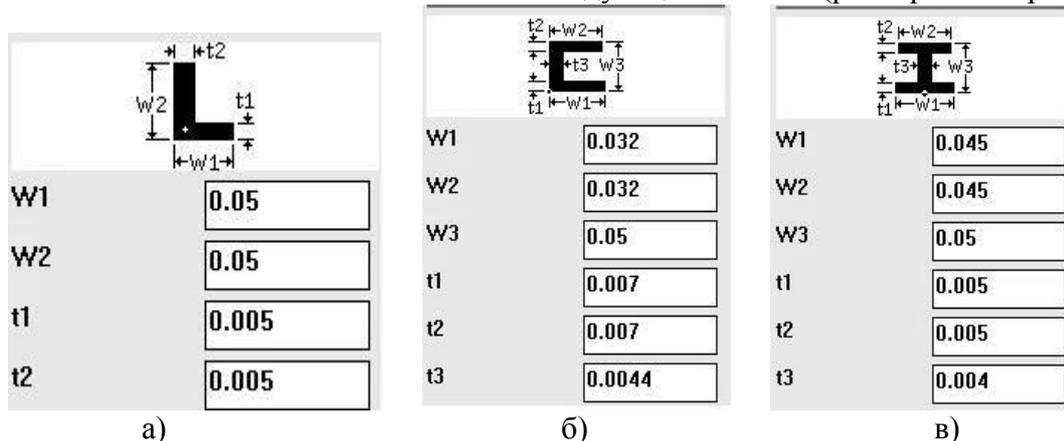


Рис. 3. Жесткости элементов модели: а) горизонт. и вертикальные элементы; б) диагональные связи; в) ЭПК

Было задано динамическое воздействие, смоделированное ускорением поверхности 50 м/с², параллельной к плоскости кольца, с шагом по времени 0,5с и продолжительностью воздействия 2,5с.

В результате динамического расчета моделей видно, что включение сейсмопоглотителей кольцевого типа в систему приводит к уменьшению горизонтальных ускорений конструкции (рис. 4), что, в свою очередь, позволяет уменьшить инерционные силы на модель в целом и соответственно приведет к снижению напряжений в элементах каркаса (рис. 5). В системе без ЭПК с течением времени амплитуда ускорений от цикла к циклу продолжает расти, чего не происходит при наличии ЭПК. Это связано с тем, что энергия динамического воздействия расходуется на пластическое деформирование кольца.

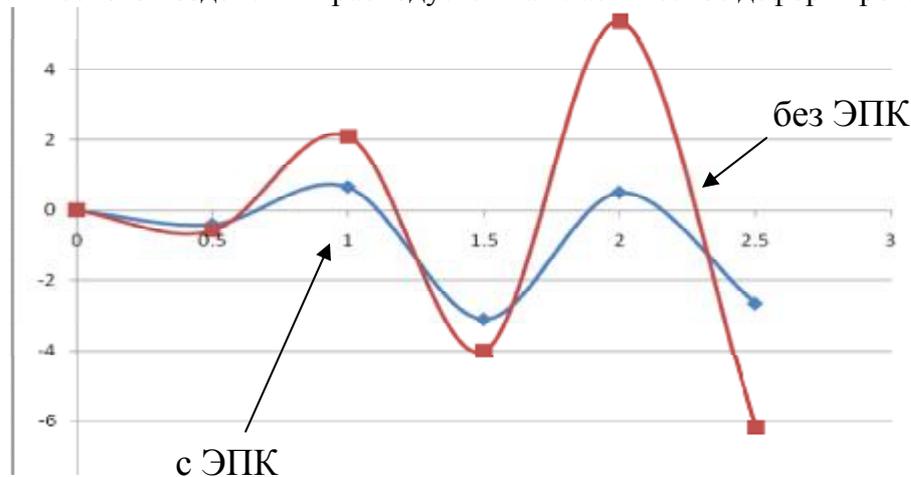


Рис. 4. Зависимость «ускорение-время» для покрытия каркаса

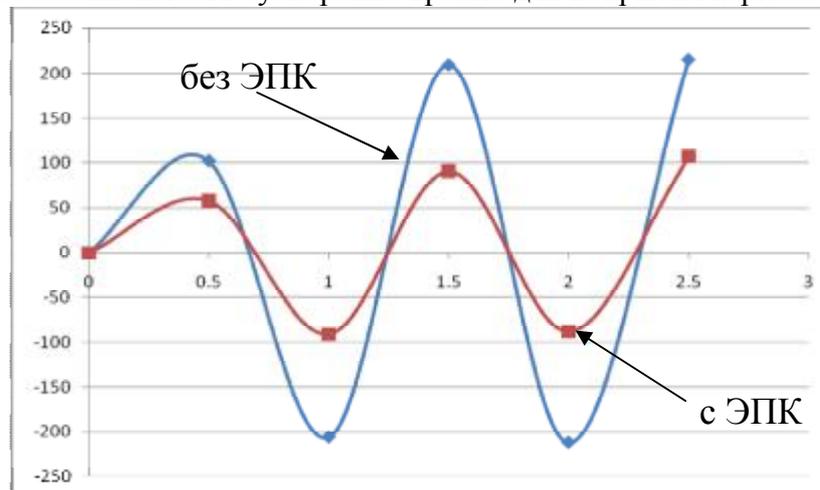


Рис. 5. Зависимость «напряжение-время» для диагональной связи

Деформации модели представлены на рис. 6. Видно, что в диагональных связях возникают знакопеременные усилия растяжения и сжатия, передающиеся на кольцо, в котором возникают изгибающие моменты, вызывающие пластические деформации в кольце.

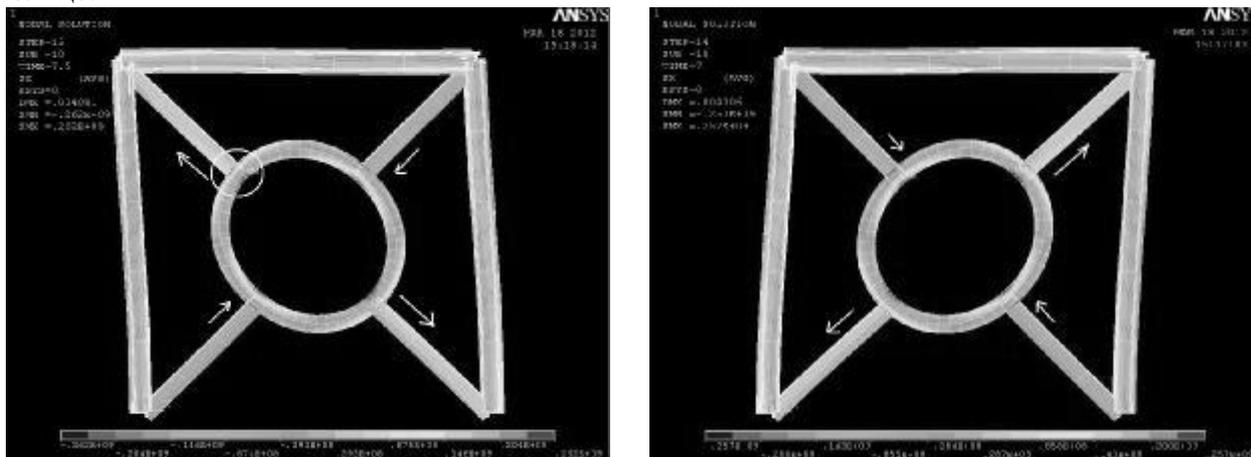


Рис.6. Напряженно-деформированное состояние ЭПК

Максимальные напряжения появляются в местах стыка кольца с диагональными элементами, а именно в поясах двутаврового сечения кольца (рис. 7).

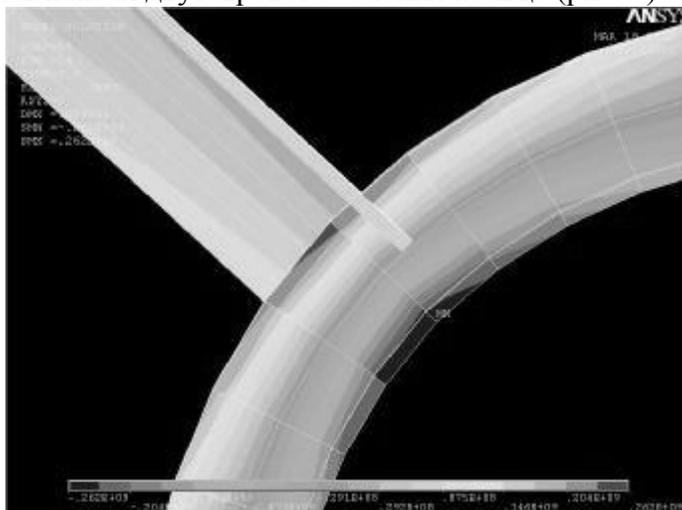


Рис. 7. Развитие максимальных напряжений в ЭПК
ВЫВОДЫ

1. Анализ полученных результатов расчета модели с ЭПК и модели без ЭПК (с диагональными связями) показывает, что упругопластическая работа энергопоглотителей кольцевого типа приводит к существенному уменьшению абсолютных ускорений модели, предотвращает развитие резонансных явлений и, как следствие, уменьшает пиковые частоты. Это связано со сравнительно высоким энергопоглощением ЭПК. Кроме этого, наличие ЭПК снизило максимальные напряжения, возникающие в связях.

2. В численном выражении наличие энергопоглотителя позволило уменьшить ускорения в 3 – 4 раза и напряжения 1,5 – 2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков В.С.и др. Современные методы сейсмозащиты зданий. – М.: Стройиздат, 1989.–320 с.
2. Остриков Г. М., Максимов Ю. С. Стальные сейсмостойкие каркасы многоэтажных зданий. – Алма-Ата: Казахстан, 1985. – 120 с.
3. Авторское свидетельство №754005 кл. 3E 04 B 1/24, 3E 04 H 9/02, 1980.
4. Ray Browell, Guoyo Lin. The Power of Nonlinear Materials Capabilities. Part 1 of 2 on modeling materials with nonlinear characteristics // ANSYS Solutions 2000, Volume 2, Number 1.