

**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НДС ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ В
ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL ПРИ РАСЧЕТЕ
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ****А.С. Веселов, аспирант***ГВУЗ «Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры»*

Развитие цифровых технологий в современном мире непременно затрагивает все больше и больше сфер человеческой деятельности. Сфера строительства в данном случае не стала исключением. Вычислительная техника позволила минимизировать трудоемкость, а также значительно ускорить реализацию довольно большого количества процессов при расчете конструкций на этапе проектирования.

На сегодняшний день существует достаточное количество различных программных комплексов, предназначенных для расчета зданий и сооружений. Наиболее известными являются ANSYS, Robot Structural Analysis, LIRA, SCAD, Selen и т.д. В данной статье рассматриваются особенности применения Robot Structural Analysis для расчета НДС несущих элементов высотных зданий. Существует достаточно много конструктивных схем, которые могут применяться при проектировании сооружений данного типа [3].

На рис.1 обозначены наиболее распространенные конструктивные схемы высотных зданий со стволом жесткости.

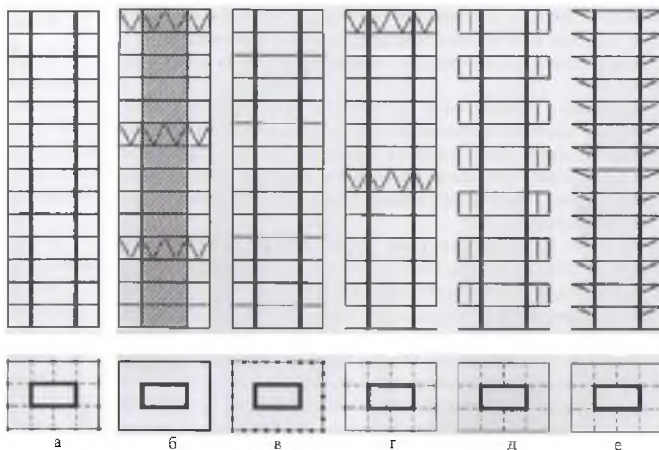


Рис.1 Конструктивные схемы высотных зданий:

а) каркасно-ствольная; б) коробчато-ствольная (труба в трубе); в) коробчатая; г) центральное несущее ядро и система аутригеров; д) центральное несущее ядро и спаренные коробчатые перекрытия; е) центральное несущее ядро и консольно опирающиеся перекрытия

Здесь рассматривается задача определения НДС несущих конструкций высотного здания каркасно-ствольной конструктивной схемы со стальным каркасом (рис.1).

Во всех таких схемах основными несущими элементами являются колонны и междуэтажные перекрытия. Под конструкциями перекрытий в рассматриваемом решении зданий подразумевается плита перекрытия и несущие балки. В зданиях с металлическим каркасом перекрытия всегда являются балочными. [5]

Особенность работы систем перекрытий в зданиях такого типа заключается в том, что на плиты перекрытий воздействуют не только вертикальные нагрузки, при которых в плитах возникает значительный изгибающий момент, но и горизонтальные от воздействия ветра, при которых плита выполняет еще и функцию диафрагмы жесткости для всего здания. Целью данной статьи является анализ зависимости между размерами ячеек сетки конечных элементов (КЭ) плит перекрытий и точностью определения НДС в этих конструкциях.

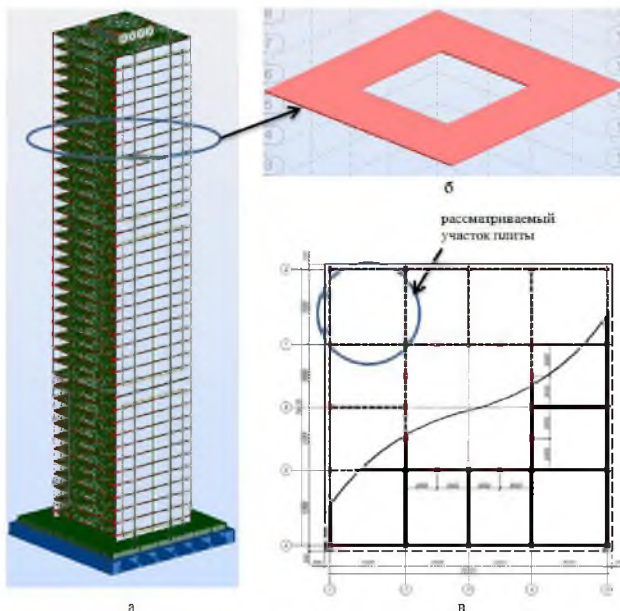


Рис.2 а) расчетная схема высотного здания; б) плита перекрытия; в) план типового этажа с обозначением рассматриваемого участка плиты

На рис.2 представлена схема высотного здания с указанием всех основных его параметров. Для примера рассматривается плита перекрытия на отм.+119.000. С целью анализа НДС плита может быть вычленена из общей расчетной схемы, но ее расчет производится в контексте общего расчета всей конструкции.

Конструктивная схема высотного здания - каркасно-столбовая.

Размеры в плане: 26,4х26,4м.

Высота этажа: 3,5м

Высота здания: 140м

Количество этажей: 40

Отношение высоты к меньшему размеру в плане h/b : 5,3

Размеры ядра жесткости (ствола здания) в осях: 12 м

Перекрытия: балочные, толщина плиты 200мм

Нагрузка на плиту: равномерно распределенная нагрузка $q=8 \text{ кН/м}^2$

Материал: бетон класса C25/30, арматура $\phi 12\text{A400C}$ в двух уровнях; защитный слой $a=25\text{мм}$

В Robot Structural Analysis Professional разбивка на конечные элементы может производиться несколькими способами:

- по методу Кунса;
- по методу Делоне;
- по методу Делоне со сгущением по методу Канга;
- автоматический выбор метода генерации сетки КЭ;

Автором производились расчеты с использованием всех указанных методов. Ниже приведены результаты расчета плиты, полученные при разбивке сетки КЭ методом Кунса.

Расчеты проводились для размеров ячейки сетки КЭ равных 3м; 2м; 1м; 0,5м. Полученные результаты продемонстрированы на рис.3-6.

Приведенные графики показывают, что разбивку плиты достаточно провести на конечные элементы с размерами 1м, поскольку дальнейшее сгущение сетки несущественно влияет на результаты расчета (разница изменений величин изгибающих моментов M_{xx} и M_{yy} при размере ячейки сетки КЭ 1 м и 0,5 м - $<1\%$ по сравнению с этими же величинами при размере ячейки сетки КЭ 2 м и 1 м $\approx 10\%$).

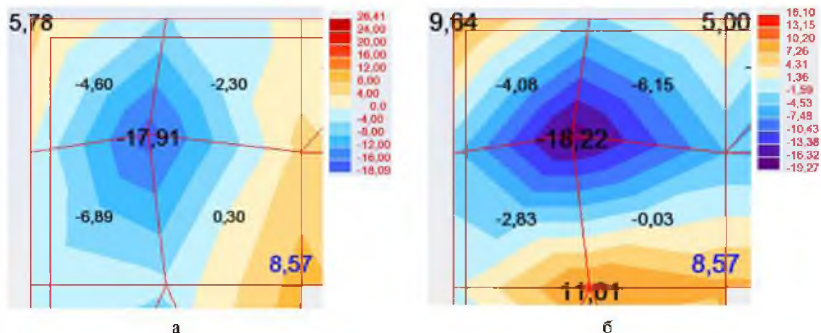


Рис.3 Карта изгибающих моментов M_{xx} (а), M_{yy} (б) участка в осях 1-2;Г-Д плиты перекрытия на отм.+119.000 при размере ячейки сетки КЭ 3м

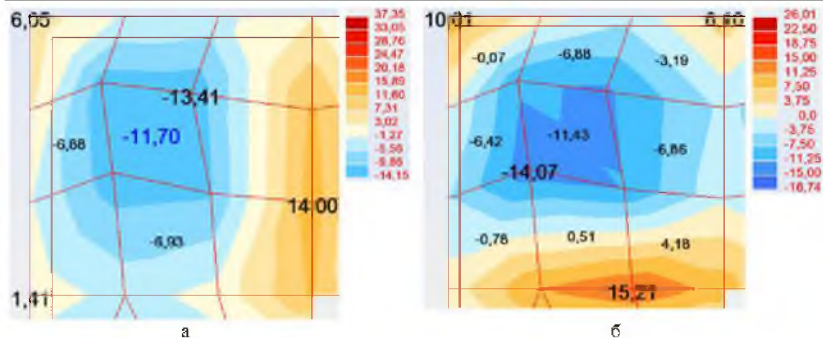


Рис.4 Карта изгибающих моментов M_{xx} (а), M_{yy} (б) участка в осях 1-2;Г-Д плиты перекрытия на отм.+119.000 при размере ячейки сетки КЭ 2м

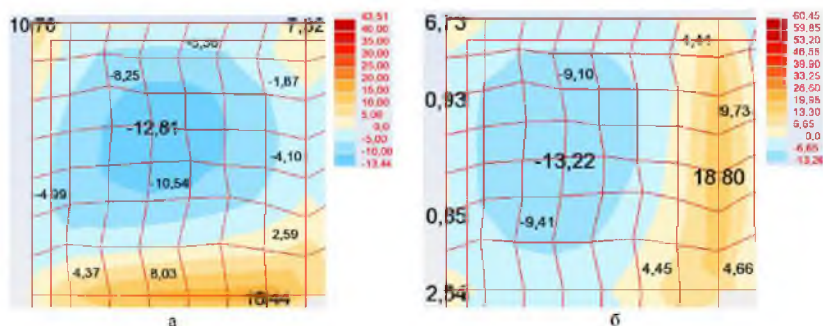


Рис.5 Карта изгибающих моментов M_{xx} (а), M_{yy} (б) участка в осях 1-2;Г-Д плиты перекрытия на отм.+119.000 при размере ячейки сетки КЭ 1м

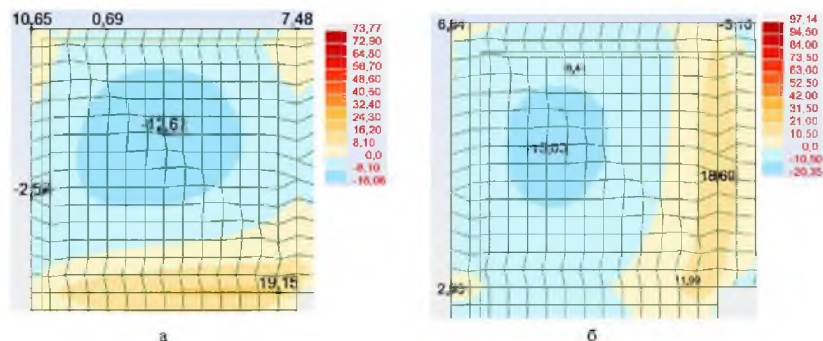


Рис.6 Карта изгибающих моментов M_{xx} (а), M_{yy} (б) участка в осях 1-2;Г-Д плиты перекрытия на отм.+119.000 при размере ячейки сетки КЭ 0,5м

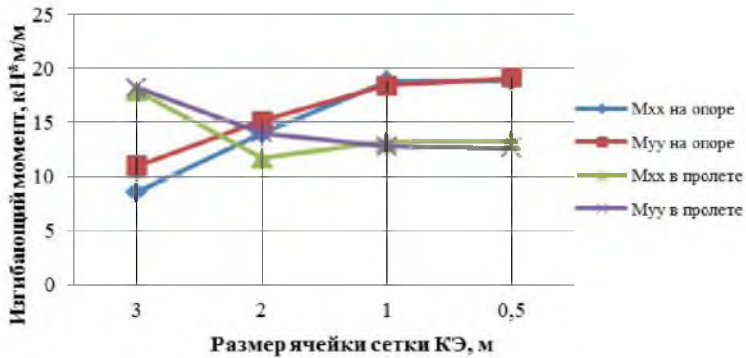


Рис.7 График зависимости результатов расчета участка плиты перекрытия от размеров ячейки сетки КЭ

Выводы

При одинаковом сгущении сетки конечных элементов выбор метода разбиения не имеет существенного значения. Но разбиение по методу Делоне становится более эффективным при введении дополнительных локальных узлов, вокруг которых происходит последующее сгущение сетки КЭ с использованием функции «сгущение по Кангу». Параметры дополнительного сгущения можно оставлять те, которые по умолчанию заложены в указанной опции Robot Structural Analysis Professional.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Павленко І.В. Метод скінчених елементів в задачах опору матеріалів і лінійної теорії пружності: Навчальний посібник.— Суми: Вид-во СумДУ, 2006.—147с. Російською мовою.
2. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. - К.:исд-во "ФАКТ", 2005. - 344с.
3. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб.-методич. пособие/В.П. Генералов: Самарск. Гос. Арх. Строит. У-нт. - Самара: Самарское книжное изд-во.2007. - 256с., ил.
4. Сухоруков В.В. Robot Structural Analysis Professional. Проектно-вычислительный комплекс: Справочно-учебное пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. - 128с.
5. ДБН В.2.2-24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків. - Мінбуд України. — К.: Держбуд України, 2009. — 105 с. (Національний стандарт України).
6. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування - Мінбуд України. — К.: Держбуд України, 2006. — 75 с. (Національний стандарт України).