

Использование ANSYS/CivilFEM для решения задач строительного проектирования. Обзор возможностей программного комплекса

Объекты строительного проектирования в Москве и в других крупных городах и мегаполисах с каждым годом становятся все более сложными с конструктивной точки зрения. Это обусловлено многофункциональностью зданий и сооружений, повышением их этажности, необходимостью освоения подземного пространства, условиями стесненной городской застройки и уменьшением количества удобных строительных площадок. В статье рассмотрен опыт применения программного комплекса ANSYS/CivilFEM для решения задач строительного проектирования.

Программный комплекс ANSYS/CivilFEM позволяет выполнить весь спектр строительных задач, стоящих перед современными проектировщиками, – от расчета сложных пространственных надземных конструкций здания или сооружения до решения геотехнических

задач, таких как расчет крепления котлована, различных фундаментов, устойчивости склона с сооружением, фильтрационные расчеты и пр. По существу, ANSYS/CivilFEM – это не только строительная механика сложных конструкций, мостовой или геотехнический модули, но и вся вычислительная мощность классического ANSYS.

Приведенные в настоящей статье расчеты были выполнены специалистами ЗАО “EMT P” и МГСУ в рамках пилотных проектов, НИР, а также при адаптации расчетных процедур ANSYS/CivilFEM к нормам проектирования и условиям РФ [2-12].

Данные расчеты касались обоснования проектов зданий, имеющих, как правило, высотную и стилобатную части, несколько подвальных этажей и расположенных на нескальных основаниях. Часть проектов была связана с высотными зданиями высотой более 75 метров (рис. 1) [3].

Для таких зданий сразу вырисовывается целый набор проектных задач. Это, с одной стороны, геотехнические задачи разной степени сложности, с другой – расчет НДС строительных конструкций во взаимодействии с основанием. В числе таких задач можно перечислить:

- ▶ определение НДС грунтовых оснований на предмет расчета по I и II группам предельных состояний;
- ▶ определение НДС строительных конструкций зданий и сооружений на предмет расчета по I и II группам предельных состояний с учетом грунтового основания;
- ▶ расчеты устойчивости оснований зданий и сооружений по кругло-цилиндрическим и ломаным поверхностям обрушения;
- ▶ расчет ограждения глубоких котлованов по I и II группам предельных состояний включительно и прогноз дополнительных деформаций окружающей застройки при их возведении и дальнейшем строительстве зданий;
- ▶ расчеты коэффициентов постели грунтовых оснований плитных и других фундаментов.

Таким образом, большая часть решаемых с помощью ANSYS/CivilFEM задач так или иначе связана с грунтовыми основаниями.

Следует заметить, что до недавнего времени расчетчики были лишены возможности в полном объеме решать задачи геотехники (геомеханики, механики грунтов, оснований и фундаментов), и каждый по-свое-



Рис. 1. Многофункциональный высотный комплекс “Вертикаль”: $H_{max} = 120$ м, среднее давление под подошвой фундаментной плиты – 10 кг/см^2

му приспособлял для этих целей программы типа ЛИРА, SCAD и др.

С другой стороны, использование исключительно геотехнических программных комплексов, таких как Plaxis или FLAC 3D, также обедняет арсенал расчетчика, работающего в области промышленного и гражданского строительства. Как правило, геотехнические приложения обладают достаточными (для своей специфики), но не выдающимися средствами подготовки геометрии конечно-элементных моделей проектируемых сооружений. Кроме того, современные задачи строительного проектирования обладают сложной топологией и для своего решения требуют большого набора разнообразных конечных элементов последних поколений.

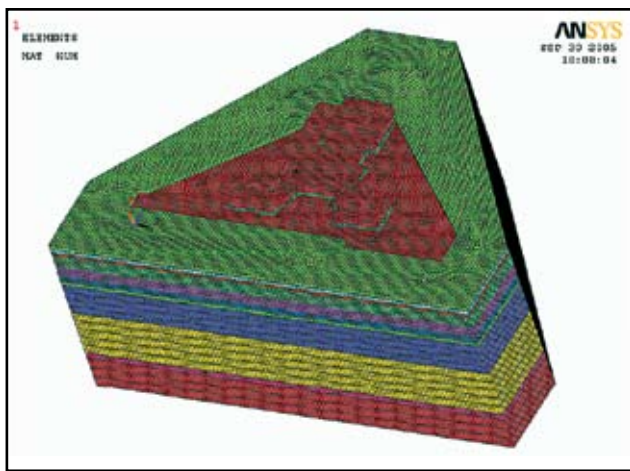


Рис. 2. КЭ-модель основания высотного здания с приведенной (сплошной) высотой подвальной части

В этом отношении ANSYS/CivilFEM отвечает самому современному уровню требований (рис. 2), а после интеграции в среду ANSYS Workbench его возможности по работе с геометрией модели возрастут на порядок.

Новые возможности комплекса ANSYS/CivilFEM 11.0

В программном комплексе ANSYS/CivilFEM 11.0 реализованы следующие возможности, ранее недоступные в предыдущих версиях программы:

- ▶ 3D-препроцессор;
- ▶ поддержка 64-битной архитектуры Windows X64, благодаря которой появляется возможность адресовать оперативную память свыше 2 Гб и обеспечивается заметное увеличение производительности;
- ▶ преимущества платформы Dual Core;
- ▶ новые возможности для продольного процесса конструирования;
- ▶ сейсмический анализ;
- ▶ международные коды (стандарты) для армированного бетона;
- ▶ новые коды проверки оболочек;
- ▶ создание шаблонов и групп;
- ▶ анализ гиперстатических преднапряженных конструкций: проверка на сдвиг и кручение;
- ▶ расчет потерь при заливке бетона;
- ▶ использование микро-свай;
- ▶ импорт в форматах LiDAR и DXF;

ANSYS
Инженерный консалтинг

CFX FLUENT
Лицензирование

ICEM CFD GAMBIT
Адаптация и интеграция

AUTODYN
www.autodyn.ru
Внедрение

AQWA/ASAS
Обучение

ANSYS/CivilFEM
www.civilfem.ru
Техническое сопровождение

@ Подпишись!

ANSYS Advantage
Русская редакция
Инженерно-технический журнал о современных технологиях компьютерного инжиниринга (CAE).
Подробная информация на сайте www.ansyssolutions.ru

ANSYS eNews
на русском языке
Электронные новости об опыте применения расчетных технологий ANSYS, новых релизах, мероприятиях и событиях ANSYS в России и в мире.
Подробная информация на сайте www.ansys.msk.ru

ЗАО "EMT P" – авторизованный дистрибьютер, инженерно-консалтинговый и учебный центр компании ANSYS, Inc.

Тел. (495) 644 06 08
Факс (495) 644 06 09
E-mail: info@emt.ru
Web: <http://www.emt.ru>



Автоматизация в строительстве

ТЕМА НОМЕРА

- ▶ построение шаблонов типовых конструкций;
- ▶ утилиты для моделирования процессов строительства, а также автоматическая генерация процессов рождения и смерти элементов;
- ▶ новый мастер проектирования тоннелей (рис. 3);

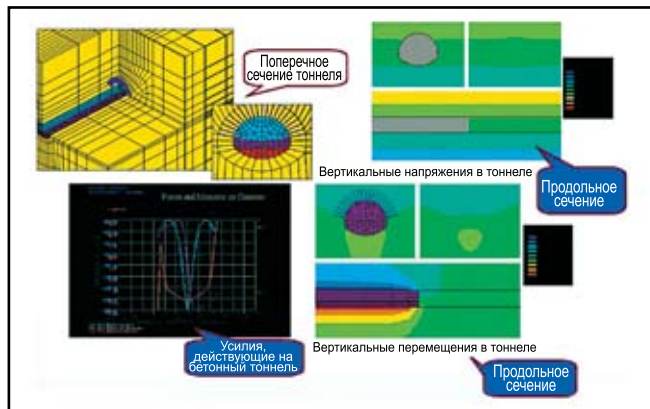


Рис. 3. Мастер проектирования тоннелей

- ▶ новые алгоритмы обработки отклика на сейсмические нагрузки;
- ▶ новые стандарты (AASHTO, CAL TRANS Seismic Design Criteria, French code PS92, Greek Code EAK 2000, Indian Code IS 1856, Uniform Building Code 1997).

Расчет потерь предварительного напряжения

Для предварительно напряженных конструкций (рис. 4) ANSYS/CivilFEM 11.0 учитывает термическое расширение в процессе тепловых явлений. Кроме этого ведется учет упругих деформаций бетона, длительных потерь (ползучесть, усадка) и др.



Рис. 4. Предварительно нагруженные тросы на балочных элементах

Материалы в ANSYS/CivilFEM 11.0

Комплекс содержит модели для описания поведения грунтов, в частности, модель пластичности Друкера-Прагера для моделирования гранулированных материалов (грунтов), порошкообразных материалов, полимеров и сложных многослойных грунтов.

Применяются элементы PLANE182-183 (кроме плоского НДС) и элемент SOLID185-187.

Благодаря усовершенствованиям модели Друкера-Прагера (EDP-Model, TB, EDP), позволяющим производить учет растяжения и сжатия, упрочнения и сдвигового упрочнения, комплекс позволяет проводить анализ выемки грунта с применением EDP-модели (рис. 5).

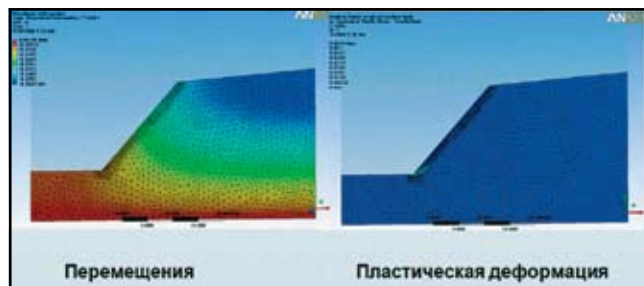


Рис. 5. Анализ выемки грунта

Элементы для моделирования арматуры

Специальный элемент REINF265 поддерживает многослойное армирование (до 250 слоев), трехмерную визуализацию слоев в пространстве и работает с большинством основных элементов модели (SOLID185, SOLID186, SOLID187, SOLSH190, SHELL181, SHELL281).

В заключение еще раз отметим, что комплекс ANSYS/CivilFEM представляет собой высокоэффективный инструмент для расчетов и строительного проектирования конструкций и оснований. Он обладает громадными возможностями при детальном освоении и дальнейшей адаптации к отечественным нормам проектирования и, что немаловажно, позволяет сблизить отечественную и общемировую строительные инженерные школы.

**М. В. Прошин, к. т. н.,
Т. В. Исайкова, МГСУ
Ю. Ю. Кабанов, ЗАО "ЕМТ Р"**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будин А. Я. Тонкие подпорные стенки. – Л.: Стройиздат, 1974.
2. Жилые и общественные здания. Краткий справочник инженера-конструктора / Под ред. проф. Ю. А. Духовичного. М.: Стройиздат, 1991.
3. МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве / ГУП "НИАЦ". – М., 2005.
4. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения / ГУП "НИАЦ". – М., 2003.
5. Основания, фундаменты и подземные сооружения (Справочник проектировщика) / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев и др. Под общей ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985.
6. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2005.
7. СНиП II-23-81. Стальные конструкции. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2003.
8. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения. Основные положения и пособие к нему. Госстрой СССР. – М.: ФГУП ЦПП, 2006.
9. СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах. Минстрой России. – М., 1996.
10. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений. – М.: "Стройиздат", 1986.
11. СП 50-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству // Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦПП, 2005.
12. СП 50-102-2003. Свод правил по проектированию и строительству // Проектирование и устройство свайных фундаментов. – М.: ФГУП ЦПП, 2005.