

**Засновники:** Мінрегіонбуд України,  
ПАТ "КиївЗНДІЕП", УДНДІ "Діпромісто", ДП "Укрархбудінформ",  
Академія будівництва України, Творча науково-технічна спілка будівельників України

## ЗМІСТ

### НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

**В.Т. Шаленний, А.О. Скокова**

ВИБІР ДОЦІЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗОВНІШНІХ СИСТЕМ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ З ПОПОРЯДЖЕННЯМ ШТУКАТУРКАМИ . . . . . 2

### НОРМАТИВНА БАЗА

**П.Т. Матченко**

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ В РОЗВИТКУ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ РОЗРАХУНКІВ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ . . . . . 8

**В.В. Ніжник, Р.В. Уханський**

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ЩОДО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ, НА ЯКІ ВІДСУТНІ НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ . . . . . 14

### АРХІТЕКТУРА

**В.В. Куцевич**

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОЇ ТИПОЛОГІЇ ЦИВІЛЬНИХ БУДИНКІВ І СПОРУД В УКРАЇНІ . . . . . 17

### КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

**М.С. Барабаш**

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УНІКАЛЬНИХ СТРОИТЕЛЬНИХ ОБЪЕКТОВ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕМЕЙСТВА ЛИРА . . . . . 25

### МЕХАНІЗАЦІЯ

**С.В. Бондарев, Ю.П. Горбатенко**

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ И ПОРУЧНЕЙ ЭСКАЛАТОРОВ . . . . . 32

### КОНФЕРЕНЦІЇ, СЕМІНАРИ

**Ю.С. Слюсаренко, Я.Й. Червинський, В.Д. Шумінський**

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДБН В.2.4-3:2010 ТА ДБН В.1.1-24:2009 ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ТА СПОРУД ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ВІД НЕБЕЗПЕЧНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ . . . . . 35

**Ю.І. Немчинов, П.М. Козелецький, С.В. Глазкова**

ДЕВ'ЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ "БУДІВНИЦТВО В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ" . . . . . 44

### ІСТОРІЯ МАЛИХ МІСТ УКРАЇНИ

**О.В. Жидецька**

ПАЛАЦОВИЙ КОМПЛЕКС ПОПОВИХ У М. ВАСИЛІВЦІ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ: СУЧАСНЕ І МАЙБУТНЄ . . . . . 47

На 1-й та 4-й стор. обкладинки: Реконструкція та реставрація готелю "Брістоль" (Красная) по вул. Пушкінській, 15 у м. Одесі - переможець конкурсу "Кращі будинки і споруди, збудовані та прийняті в експлуатацію в Україні у 2010 р." у номінації "Адміністративно-офісне та готельне будівництво"

- Передрук матеріалів дозволяється тільки за письмовою згодою редакції.
- Редакція може не поділяти точки зору авторів.
- Відповідальність за підбір та висвітлення фактів у статтях несуть автори.
- За зміст реклами відповідає рекламодавець.
- Журнал "Будівництво України" віднесено ВАКом України до видань, у яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт.



## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УНІКАЛЬНИХ СТРОИТЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТОВ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММНИХ КОМПЛЕКСОВ СЕМЕЙСТВА ЛИРА

*М.С. Барабаш, к.т.н.*

*Київ*

Возрастание конкуренции в строительной отрасли вынуждает все компании, работающие на этом рынке, использовать профессиональное программное обеспечение, ориентированное на современные информационные технологии, которые дают возможность полностью автоматизировать все процессы в архитектурно-строительной сфере. Интеграция Украины в европейские страны требует широкого внедрения компьютерных технологий в строительство. Компьютеризация общества, экономики ведет к компьютеризации строительной отрасли. Очень остро стоит вопрос подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих современными компьютерными технологиями строительства.

Изложение технологий моделирования и численного анализа конструкций в среде программных комплексов ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, САПФИР, ЭСПРИ и ознакомление на основе новейших технологий компьютерного моделирования с главными принципами инженерных расчетов и конструирования несущих элементов современных зданий, а также получение практических навыков при выборе конструктивных решений при монолитном строительстве и при использовании сборных конструкций позволит выпускникам быть конкурентоспособными на рынке труда.

С целью создания организационных и экономических условий для раскрытия творческих способностей одаренной студенческой молодежи, популяризации отечественных программных комплексов, оказания помощи высшим учебным заведениям во внедрении современных компьютерных технологий в учебный процесс, активизации научно-исследовательской работы студентов, являющейся одним из эффективных средств

повышения качества подготовки высококвалифицированных специалистов, кафедра компьютерных технологий строительства Института аэропортов Национального авиационного университета совместно с ООО "ЛИРА САПР", одним из основных разработчиков отечественного программного обеспечения архитектурно-строительной отрасли, организовали конкурс студенческих научно-исследовательских работ, выполненных с применением компьютерных технологий.

Учитывая интеграционные процессы Украины в европейские международные организации, также очень важным фактором является применение лицензионного программного обеспечения во избежание ошибок проектирования и для повышения качества проектных работ.

Поэтому наиболее интересные и оригинальные работы, представленные на этот конкурс, были отмечены высокими наградами – комплектами профессионального программного обеспечения (ЛИРА-САПР, ЭСПРИ, САПФИР).

Процесс проектирования – от идеи до комплекта рабочих чертежей – может быть обеспечен различными идеями и средствами автоматизированного проектирования.

Выбор программных комплексов всегда определяется многочисленными критериями, среди которых основными являются: критерий целевого назначения программного комплекса, класс задач, решаемый программным комплексом, наличие специальной литературы, техническая поддержка, сопровождение разработчика, качество результатов, соответствие современным нормативным документам, возможность экспорта-импорта данных в различные программные комплексы. Все эти критерии поддерживаются современной линейкой программных комплексов, разрабатываемых компанией ООО "ЛИРА САПР".

Программные комплексы ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР широко используются проектными организациями как в Украине, так и за ее пределами (страны СНГ, Франция, и др.), поэтому подробное изучение и внедрение этих программных комплексов в учебный процесс, применение в курсовом и дипломном проектировании целесообразно при подготовке грамотных специалистов.



При комплексном архитектурно-строительном проектировании не всегда удается ограничиться использованием одной САПР и приходится работать с различными программами, не полностью совместимыми между собой. Поэтому разработчики программных комплексов семейства ЛИРА стремятся максимально интегрировать программное обеспечение, как разработанное непосредственно компанией ООО "ЛИРА САПР", так и современное программное обеспечение, разработанное отечественными и зарубежными специалистами.

Для внедрения в учебный процесс при подготовке архитекторов, инженеров-строителей современных компьютерных технологий во все учебные заведения строительного профиля поставляется AcademicSet, имеющий в своем составе полный комплект программ, обеспечивающих архитектурно-строительное проектирование, что дает возможность выпускать компьютерно грамотных специалистов и, соответственно, снизить затраты проектных организаций на их обучение и переподготовку.

Проведенный конкурс научно-исследовательских студенческих работ показал высокий уровень проектирования с использованием компьютерных технологий студентов-выпускников строительных учебных заведений. Практически все работы были выполнены с применением программных комплексов ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, САПФИР.

Призовое место заняла магистерская работа М.А. Ромашкиной (научный руководитель доцент ДонГТУ Кирыязев П.Н.) "Выбор оптимального проекта торгового центра повышенной этажности в сейсмоактивной зоне". Работа посвящена разработке основных несущих конструкций зданий торгового центра и ветроэнергетической установки (ВЭУ) для сеймоопасной зоны и выбору рационального проектного решения.

Для достижения этих целей поставлены задачи:

- создать математические модели, которые максимально отображают реальные условия работы конструкции;
- запроектировать основные несущие конструкции;

- исследовать напряженно-деформированное состояние (НДС) сооружений в процессе возведения и в стадии эксплуатации;
- проверить устойчивость положения сооружений торгового центра, а также устойчивость форм равновесия в деформированном состоянии;
- выбрать наиболее экономичный из рассмотренных проектов.

В работе было исследовано НДС несущих конструкций торгового центра и ВЭУ при различных нагрузках и воздействиях (ветер, сейсмика, снег, гололед, предварительное напряжение конструктивных элементов).

Были предложены компьютерные модели зданий торгового центра и ВЭУ; способы сейсмозащиты – конструкции фундаментов с фторопластовыми прослойками и амортизирующими устройствами, гравийное основание. Также проведены исследования влияния предварительного напряжения элементов конструкции и физической нелинейности на прочность и устойчивость. Предложена методика моделирования монтажа предварительно-напряженных элементов.

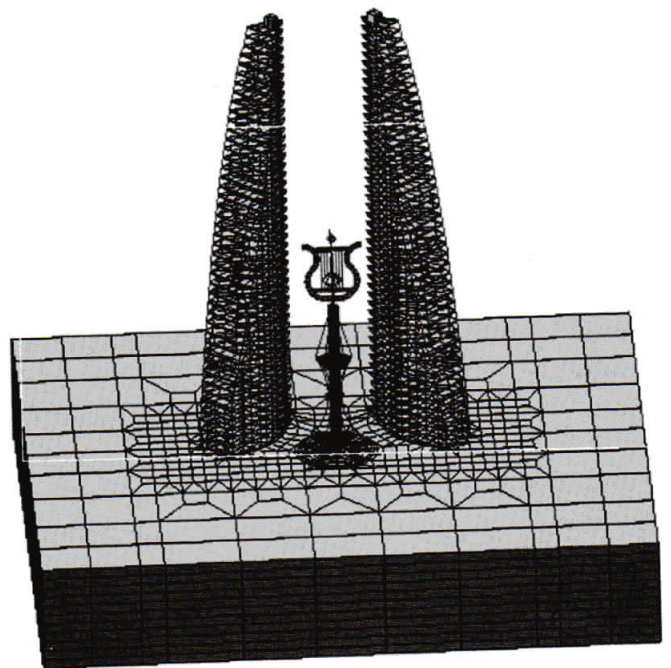


Рис. 1. Общий вид конечноэлементной модели запроектированного торгового комплекса с ветроэнергетической автономной установкой.





Рис. 2. Ветроенергетическая установка.

Общий вид конечно элементной модели запроектированного торгового комплекса представлен на рис. 1.

Интерес представляют как 45-этажные башни-близнецы, увенчанные шпилем высотой 64 м, так и ветроэнергетическая установка (ВЭУ) высотой 61 м. Каркас ВЭУ образуется пятью несущими колоннами и продольными колоннами фахверкового типа, связанными между собой кольцевыми ребрами жесткости. Несущие колонны башни подпираются пятью криволинейными подкосами.

Для увеличения жесткости башня усилена предварительно-напряженными вантами, связывающими вершину башни с опорной площадкой. Общий вид башни ВЭУ показан на рис. 2. Фундамент башни ВЭУ – железобетонная ребристая плита радиусом 18 м. Ребра фундамента – балки переменного сечения. Плита усилена кольцевым ребром жесткости постоянного сечения (рис. 3).

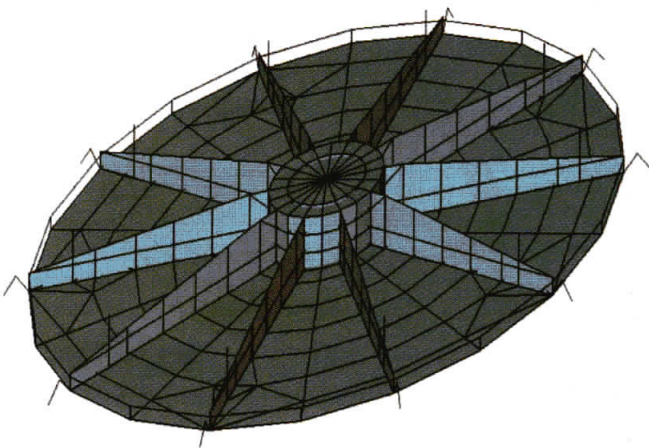


Рис. 3. Фундамент башни ВЭУ.

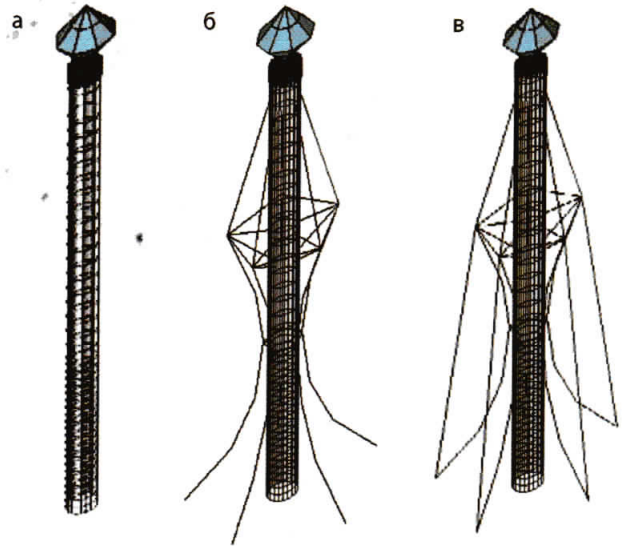


Рис. 4. Расчетные схемы башни ВЭУ для проверки на устойчивость и форм равновесия в деформированном состоянии:

а – без оттяжек; б – с оттяжками и вантами вверху; в – с оттяжками и раскосами.

Для проверки устойчивости положения башни ВЭУ в линейной модели были использованы двухузловые конечные элементы КЭ-55. В результате расчета установлено, что ни при каком расчетном сочетании нагрузок не происходит "отлипание" фундамента от основания.

Выполнена проверка устойчивости равновесия башни ВЭУ в деформированном состоянии для различных вариантов проектных решений. Были рассмотрены варианты решений ВЭУ – без вант и с вантами, имеющими разную степень преднапряжения.

Проверена устойчивость равновесия башни ВЭУ в случае отказа одной, двух и всех вант. Из этих результатов видно, что башня имеет достаточный запас устойчивости.

При отсутствии оттяжек (рис. 4, а) коэффициент запаса устойчивости равен  $k_y^1 = 5,23$ . Если башня имеет преднапряженные ванты – коэффициент запаса устойчивости увеличивается ( $k_y^1 = 5,83-6,02$ ). Если башня подкреплена вантами-оттяжками и преднапряженными вантами-раскосами по схеме рис. 4, в, то коэффициент запаса устойчивости существенно выше ( $k_y^1 = 8,87$ ), но значительно теряется привлекательность архитектурных форм. Для окончательного проектного решения принята башня со схемой вант, представленная на рис. 4, б.



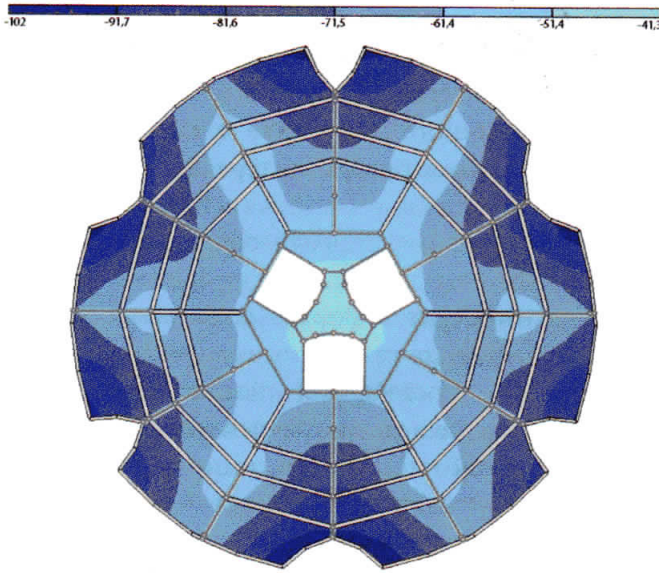


Рис. 8. Конструкція плити перекриття типового этажа, усиленная балками.

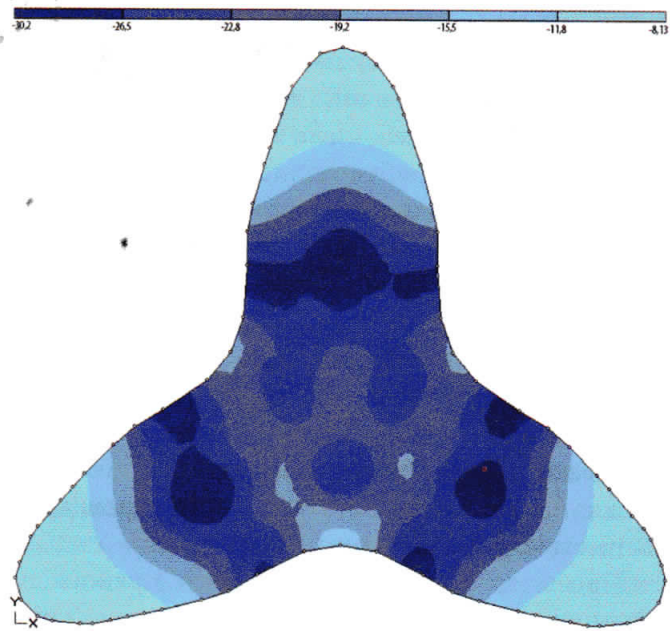


Рис. 9. Изополю перемещений вдоль оси Z плитно-свайного фундамента.

При проектировании фундамента было проанализировано и рассчитано несколько их типов. Первая расчетная схема представлена тремя фундаментными плитами. Другой вариант конструкции фундамента – сплошная фундаментная плита. И принятый вариант комбинированный, т.е. плитно-свайный фундамент, в котором до 80 % нагрузки от здания воспринимается сваями, как для высотного здания, характеризующегося большими и неравномерными нагрузками на фундамент и основание. Эксцентричные нагрузки в этом случае компенсируются за счет числа и расположения свай, регулирования их несущей способности, путем подбора диаметра и длины. Результаты расчета модели плитно-свайного фундамента наведены на рис. 9.

В работе было рассмотрено несколько расчетных моделей системы "основание – фундамент – сооружение" (рис. 10). Первая расчетная модель – пространственная модель здания с комбинированным плитно-свайным фундаментом, в котором сваи моделируются одноузловыми конечными элементами – связями конечной жесткости (SE-51). Главный недостаток рассматриваемой модели – игнорирование взаимодействия свай с грунтом.

Вторым вариантом компьютерной модели является пространственная модель здания с комбинированным плитно-свайным фундаментом, в котором сваи непосредственно включены в расчетную модель грунта. Сваи моделировались стержневым конечным элементом с соответствующими геометрическими и механическими свойствами. Грунт моделировался объемными конечными элементами с упругими свойствами. Грунт представлен ограниченным массивом, внешние границы которого выбраны таким образом, чтобы краевые эффекты этих границ практически не влияли на осадку здания и на напряжения в конструкциях здания, а именно: глубина массива – 200 м, а граница массива, удаленная от здания на расстояние 2-х длин здания, равна 300 м. Граничные условия наложены на грунтовый массив таким образом: запрещены перемещения на гранях массива в перпендикулярном направлении к соответствующей грани и запрещены вертикальные перемещения нижней плоскости основания. Элементы свай жестко связаны с элементами грунта. Одним из главных недостатков этого метода расчета является ограничение мощности сжимаемой толщи. Для глубоких свай часто оказывается, что глубина сжимаемой толщи равна нулю, следовательно, осадка также равна нулю, что не согласуется с действительностью.



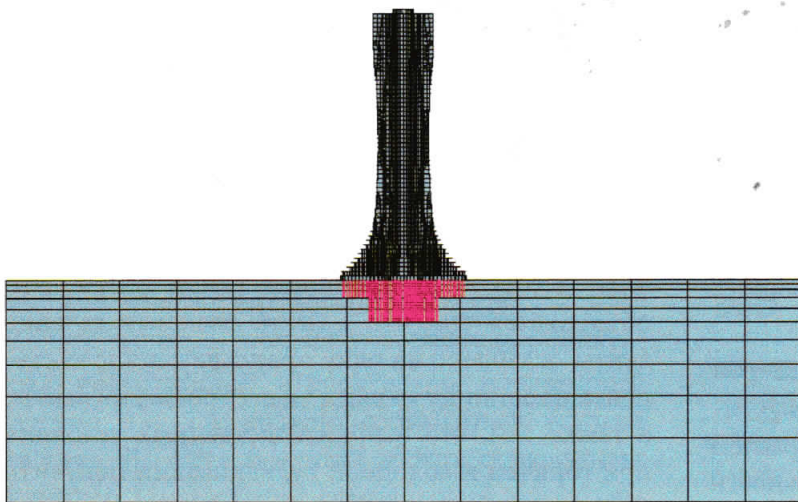


Рис. 10. Компьютерная модель системы "основание – фундамент – сооружение".

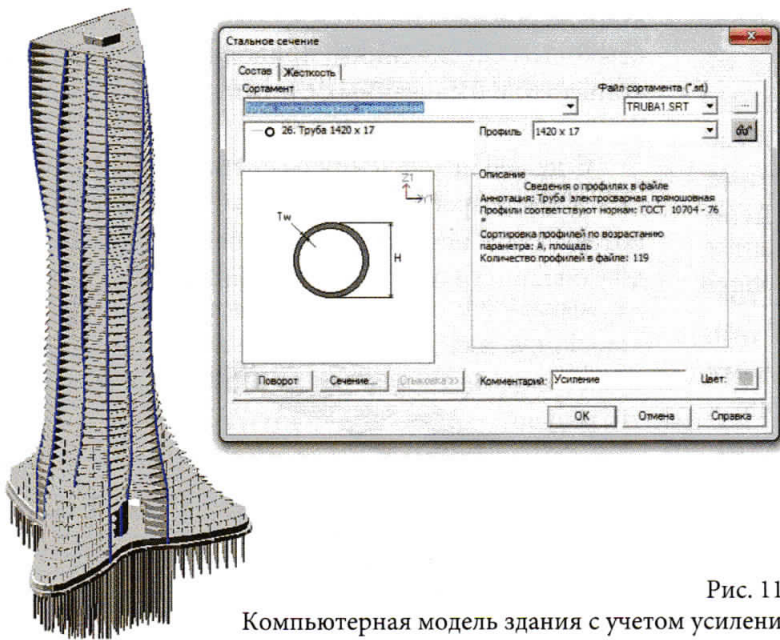


Рис. 11. Компьютерная модель здания с учетом усиления

Чтобы адекватно отразить реальную картину взаимодействия наземной конструкции с грунтом, необходимо моделировать реальные свойства грунтового основания и фундамента, в том числе и нелинейные. В третьей расчетной модели здания для моделирования грунтового основания используются физически нелинейные объемные элементы (СЭ-271-276), реализующие теорию прочности Кулона-Мора. Недостатком подобной модели является то, что описывая пластические сдвиговые деформации, она полностью игнорирует нелинейность при объемном сжатии. Именно поэтому модуль деформации  $i$ -го слоя грунта

принимается с увеличивающимся коэффициентом  $k$  по глубине сжимаемой толщи, например, начиная от  $k = 1$  под подошвой фундамента и заканчивая  $k = 6 \div 12$  на границе сжимаемой толщи<sup>2</sup>.

Безусловно, наиболее достоверной является упругопластическая модель грунта с граничной поверхностью, описываемой критерием Кулона-Мора.

Для получения полной информации о работе конструкций и обеспечения сейсмостойкости здания выполнен анализ здания на сейсмические воздействия по спектральному методу. Для уменьшения усилий в несущих элементах каркаса здание усиливается металлическими предварительно-напряженными элементами (рис. 11).

Следует отметить, что несмотря на уникальность рассмотренных конструкций, с помощью наукоемких программных комплексов ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР были успешно решены все проектные задачи разного уровня сложности:

- создание компьютерной модели, соответствующей реальной работе конструкций;
- создание расчетной схемы как системы "основание – фундамент – сооружение", которая достаточно адекватно отражает реальную картину взаимодействия между конструкцией и грунтом;
- выполнен анализ работы здания с учетом динамических сейсмических нагрузок и с учетом аэродинамических воздействий и совместного влияния пульсационной ветровой и сейсмической нагрузок.

<sup>2</sup> Компьютерные модели конструкций. А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – Киев.: издательство "Факт", 2005. – 344 с.