

Строительным организациям гораздо выгоднее выполнять работы собственными силами, чем привлекать к этому посредников.

б) Смена поставщиков материалов.

Наиболее востребованным материалом для данного сегмента строительного рынка является кирпич. Большинство организаций закупают его в Санкт-Петербурге. Наиболее дешевый и качественный кирпич можно закупать в Белоруссии. Таким образом, при экономии на данном виде материалов организация сможет снизить себестоимость производимого жилья на 1-2%.

Существует возможность экономии и на других видах материалов, но это требует более детальной проработки и зависит от конкретной организации.

Сложно сказать когда закончится кризис, тем не менее, можно спрогнозировать, что с завершением финансового кризиса цены на квартиры снова потянутся вверх. Таким образом, для организаций-застройщиков 2009 год является переломным. Наиболее вероятно, что те предприятия, которые наиболее благоприятно «переживут» кризис, смогут в будущем развиваться и увеличивать масштабы своей деятельности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы. – М. : Финансы и статистика, 1999.
2. Экономика строительства: Учебник / Под ред. И.С. Степанова – 3-е изд., доп. И перераб. – М. : Юрайт – Издат, – 2004.
3. Синицин Н.Е. Монолитное домостроение. // Вестник строительного комплекса Северо-Запада. – 2005. – №6.

*П.И. САФРОНОВ, А.А. СПИРИДОНОВ*

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Рассматривается расчетная схема для свободно стоящей стальной башни с разрушающимся фундаментом. Приведены результаты статического расчета и расчета на устойчивость. На основе анализа и интерпретации полученных результатов даются рекомендации по усилению конструкции на время ремонтных работ.

В одном из районов Вологодской области была установлена стальная секционная сборная на болтах свободно стоящая башня сети сотовой радиотелефонной связи (тип: УК, высота  $H = 85$  м). Башня представляет собой пространственную четырехгранную ферму с поясами и решеткой из угловых равнополочных прокатных профилей. Конструкция ствола башни состоит из 16-ти секций с номинальной длиной пояса 5 м для секций №№ 1-15 и 10 м для секции № 16. Три верхние секции спроектированы в виде правильной призмы со стороной грани 1600 мм. Нижерасположенные секции имеют вид усеченной правильной четырехгранной пирамиды. Уклон поясов пирамидальной части башни постоянен по её высоте. Сторона грани в основании башни составляет 11050 мм. Башня изготовлена в соответствии с чертежом № ТР-А2-2029 (проект разработан фирмой ЗАО «Трансмаст СПб», шифр: ТР-0133-2007-КМ). Профили поясов башни выполнены из горячекатаного равнополочного углового профиля из стали С255 (по ГОСТ 27772-88) с расчётным пределом текучести  $250 \text{ Н/мм}^2$  и  $240 \text{ Н/мм}^2$ . Башня оцинкована и окрашена. Для соединений применяются болты нормальной точности, класса прочности 8.8 по DIN 7990 с цинковым покрытием.

В процессе эксплуатации сооружения было установлено, что один из опорных фундаментов не обладает должными расчетными характеристиками и разрушается (характер разрушения – прогрессирующий). В связи с этим было принято решение о полной замене старого фундамента на новый фундамент. Основная задача при составлении расчетной схемы башни состояла в том, чтобы обеспечить прочность и устойчивость, а также ограничить деформации башни на период отсутствия одного из фундаментов. Общий вид башни и разрушающийся фундамент показаны на рисунке 1.

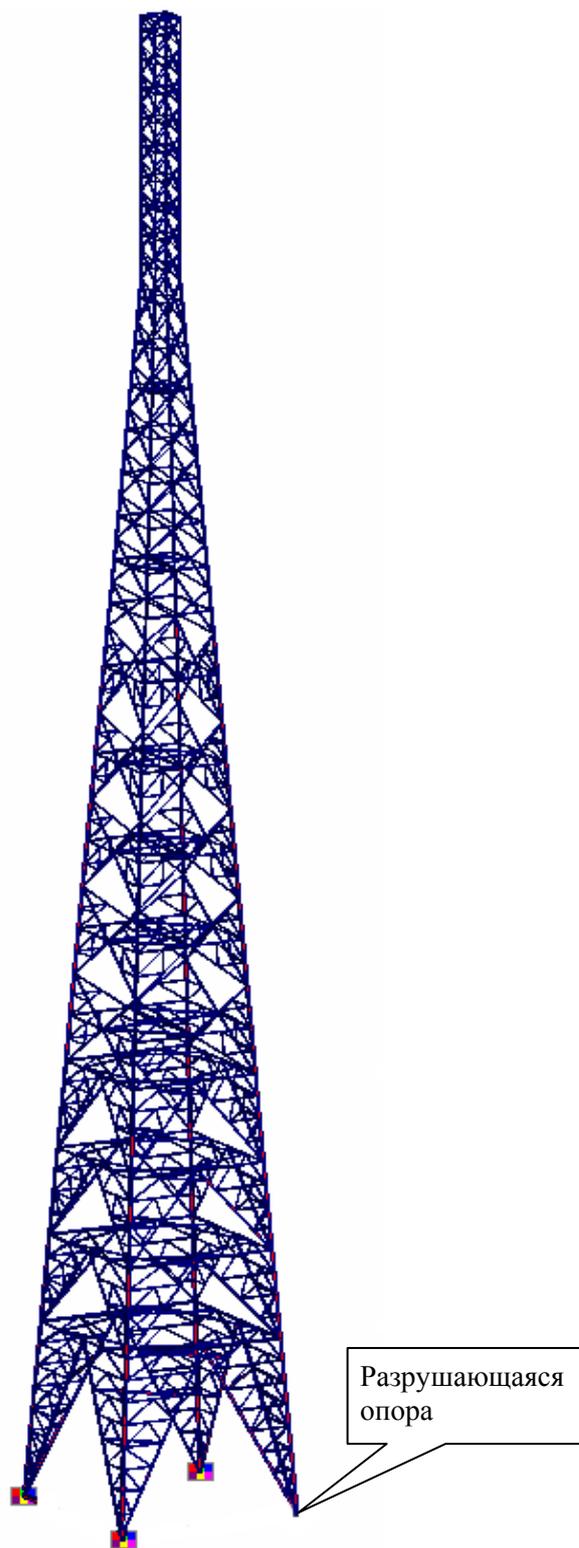


Рис. 1. Общий вид башни UK – 85 м

Перед принятием окончательной расчетной схемы сооружения в период ремонтных работ, был проведен предварительный анализ возможных вариантов расчетных схем, который показал:

1. Необходимость ограничения горизонтальных перемещений «висячей» опоры башни, т.к. эта опора вызывает дополнительные усилия в элементах, а также возникают дополнительные вертикальные перемещения самой опоры.

2. Раскрепление башни оттяжками (в том числе при нескольких ярусах оттяжек) малоэффективно, т.к. незначительно уменьшает вертикальные перемещения «висячей» опоры по сравнению со схемой при отсутствии оттяжек, но при этом возникает дополнительное сжимающее усилие в поясах башни от монтажного натяжения оттяжек, а также требуется строительство временных фундаментов под анкера оттяжек.

Окончательно была принята расчетная схема, когда полностью отсутствует разрушающийся фундамент, а опорный башмак этого фундамента имеет ограничения по горизонтальным перемещениям (см. рис. 2). Горизонтальные перемещения ограничивают шарнирно закрепленные деревянные брусья из сосны сечением 200х200 мм. Такая расчетная схема приводит к увеличению нагрузок на оставшиеся фундаменты, но по предварительным проверкам они имеют запас прочности, который позволит осуществить ремонтные работы без дополнительных усилений оставшихся фундаментов.

Конструктивная схема сооружения – пространственная шарниростержневая система. Каркас сооружения принят из стальных прокатных профилей. Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается совместной работой стержневых элементов, элементов шпренгельного заполнения и горизонтальных дисков жесткости.

Геометрическое моделирование выполнялось в BK Structure CAD v. 11.1 на основе чертежей марки КМ, разработанных фирмой ЗАО «Трансмаст СПб». Габариты и размеры поперечных сечений несущих элементов принимались по проекту шифр №ТР-0133-2007-КМ. Идеализация модели заключалась в выделении основных элементов несущей системы сооружения и способов сопряжения. В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде

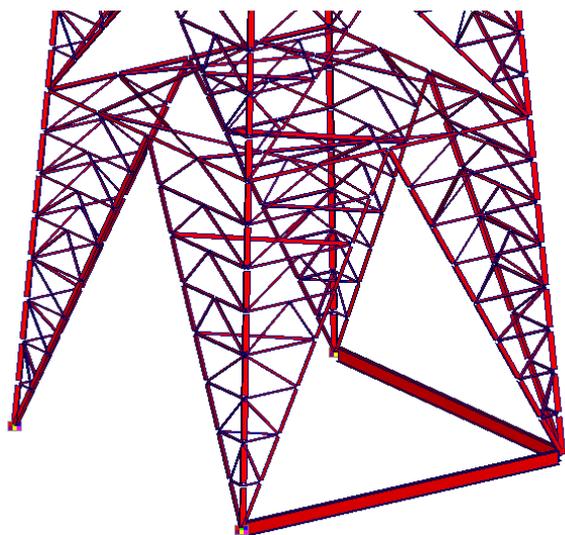


Рис. 2. Схема укрепления «висячей» опоры.

набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

При создании модели использовались стержневые конечные элементы (КЭ) – тип 5 (пространственный стержень). Общее количество КЭ для расчетной схемы составило 1941. Общее количество узлов для расчетной схемы составило 782.

В период проведения ремонтных работ (летнее время) для данной расчетной схемы рассматривались следующие расчетные загрузки:

- 1) Расчетная нагрузка от собственного веса конструкции;
- 2) Расчетная нагрузка от веса

технологического и антенно-фидерного оборудования;

3) Расчетная фронтальная нагрузка от ветрового давления.

4) Расчетная диагональная нагрузка от ветрового давления.

Результаты статического расчета для расчетной схемы без усиления «висячей» опоры:

- максимальные горизонтальные деформации топа – 460 мм;
- максимальные горизонтальные деформации «висячей» опоры – 411 мм;
- максимальные вертикальные деформации «висячей» опоры – -66/+35 мм;
- несущая способность элементов превышена не будет;
- будут иметь место следующие опорные реакции (превышают проектные):
  - прижим – 71,0 т;
  - отрыв – 71,0 т;
  - горизонтальная сила – 7,0 т.

Результаты статического расчета для расчетной схемы при усилении «висячей» опоры:

- максимальные горизонтальные деформации топа – 382 мм;
- максимальные горизонтальные деформации «висячей» опоры – 0,22 мм;
- максимальные вертикальные деформации «висячей» опоры – -24/+16 мм;
- несущая способность элементов превышена не будет;
- будут иметь место следующие опорные реакции (превышают проектные):
  - прижим – 71,0 т;
  - отрыв – 71,0 т;
  - горизонтальная сила – 7,0 т.

Задача устойчивости решалась в классической постановке для упругой системы и в предположении, что все приложенные к системе внешние нагрузки (следовательно, и внутренние силы) растут пропорционально одному и тому же параметру  $\lambda$ . То значение параметра  $\lambda$ , при котором матрица жесткости системы  $A(\lambda)$  впервые перестает быть положительно определенной, является критическим, а соответствующее значение  $\lambda$  – коэффициентом запаса устойчивости. Положительная определенность матрицы жесткости означает, что при любых значениях узловых перемещений и поворотов потенциальная энергия системы положительна, и для деформирования системы необходимо затратить энергию. В этом случае система в целом оказывает сопротивление деформированию (является отпорной). Если же система теряет устойчивость, она теряет отпорность и ее матрица жесткости становится вырожденной (с нулевым детерминантом).

Решалась задача определения минимального  $\lambda$ , при котором происходит вырождение матрицы жесткости. Поиск коэффициента запаса устойчивости проводился в интервале  $[0, 25.0]$ , где 25.0 – оценка верхней границы интервала поиска коэффициента запаса устойчивости, которое задавалось в исходных данных. Если коэффициент запаса

устойчивости системы больше указанной верхней границы, то он не вычислялся. При составлении матрицы устойчивости для каждого конечного элемента (способного, в принципе, терять устойчивость) вычислялось значение  $\lambda_{кр}$ , которое приводит к потере устойчивости самого элемента в форме, когда все узлы, к которым этот элемент примыкает, остаются неподвижными. Номер элемента, на котором достигается  $\min \lambda_{кр}$ , сообщался в протоколе.

Коэффициент запаса общей устойчивости системы – 2.24 был обнаружен при обдуве башни диагональным ветром с противоположной стороны от «висячей» опоры.

Максимальная несущая способность поясов использована на 69% на уровне секции №14. Лимитирующим фактором является устойчивость пояса при сжатии. Максимальная несущая способность раскосов использована на 71% на уровне секции №12. Лимитирующим фактором является устойчивость раскоса при сжатии. Несущая способность раскосов по предельной гибкости использована на 100%.

Также было установлено, что во вспомогательных элементах возникают усилия, превышающие допустимые, а именно: в диафрагме секции №12 несущая способность элементов использована на 157%. Поэтому необходимо усилить диафрагму на период ремонтных работ. Расчетные усилия в диафрагме:  $N = - 4,5 \text{ т} / + 2,0 \text{ т}$ .

В деревянных элементах, раскрепляющих «висячую» опору возникают следующие усилия:  $N = - 3,0 \text{ т} / + 2,0 \text{ т}$ .

По результатам выполненных статического и прочностного расчетов, расчета на общую устойчивость, последующего анализа и интерпретации полученных результатов были сформулированы следующие выводы:

- 1) Необходимо усилить диафрагму секции №12.
- 2) Необходимо раскрепить «висячую» опору деревянным брусом 200х200мм. При этом сам брус необходимо также раскрепить посередине, чтобы его гибкость не превысила предельно допустимой гибкости.
- 3) После указанных выше мероприятий, можно утверждать, что общая устойчивость системы обеспечивается с коэффициентом запаса 2.24;
- 4) принятые конструктивные решения соответствуют требованиям действующих норм по I и II группам предельных состояний.

Принятое конструктивное решение отвечает требованиям нормативных документов на период проведения ремонтных работ.

*В.Б. СТЕПАНОВ, Б.Н. МЕЛЬКОВ*

## **КЕРАМЗИТОПЕНОБЕТОН. ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СВОЙСТВА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

В данной статье рассматривается керамзитопенобетон как конструкционно-теплоизоляционный материал для несущих стен малоэтажных зданий, а также самонесущих стен и перегородок, с точки зрения его физико-механических характеристик в сравнении с керамзитобетоном и пенобетоном.

Малоэтажное строительство – одно из перспективных направлений в современном жилищном строительстве, так как покупка отдельной квартиры для большинства семей недоступно как на рынке первичного жилья (в современных монолитных и кирпичных многоквартирных домах), так и в ветхих «хрущевках». Одним из основных факторов, определяющих стоимость строительства, является выбор материала стен по ряду критериев, таких как цена, качество, надежность, прочность и долговечность, теплоизоляционные свойства, устойчивость к возгоранию и простота в использовании. Сегодня на рынке существует немало предложений в виде различных материалов и изделий из бетона, керамзитобетона, кирпича, пено- и газобетона, опилкобетона, что заставляет строителя не раз задуматься над тем, что же выбрать, так как не существует готового решения и универсального материала для малоэтажного строительства, выгодно отличающегося от остальных по всем основным критериям.