

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В. М. УЛИЦКИЙ – д-р. техн. наук, профессор, лауреат государственной премии, научный руководитель «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», зав. кафедрой оснований и фундаментов ПГУПС, председатель ГЭККОФиПС, г. Санкт-Петербург.

А. Г. ШАШКИН – канд. техн. наук, член РОМГГиФ, генеральный директор «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», г. Санкт-Петербург.

С. Б. ОРШАНСКИЙ – начальник отдела «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», г. Санкт-Петербург.

А. В. ШАПИРО – канд. техн. наук, лауреат государственной премии, начальник отдела «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», г. Санкт-Петербург.

Г. Ф. ЛЕВИН – главный конструктор, «НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект», г. Санкт-Петербург

Настоящая публикация преследует цель формулирования (в первом приближении) основных вопросов технического регламента проектирования высотных зданий в условиях Санкт-Петербурга, для территории которого характерно распространение слабых глинистых грунтов. Дается определение высотных зданий, обсуждается философия их проектирования, рассматриваются факторы риска, которые следует учитывать при расчете высотных зданий, а также основные критерии, которым должны удовлетворять эти расчеты. Статья публикуется для обсуждения проблем высотного строительства широким кругом специалистов, по результатам которого должен быть создан соответствующий общероссийский регламент.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Высотное здание – здание башенного типа высотой более 75 м (более 22 этажей), у которого отношение высоты к ширине более 3.

Высотное строительство – строительство высотного здания.

Технический регламент – нормативный документ, содержащий совокупность специальных требований к проектированию и строительству зданий рассматриваемого типа.

Фактор риска – воздействие, представляющее опасность для объекта.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Строительство высотных зданий является повсеместной тенденцией развития мегаполи-

© В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, С. Б. Оршанский,
А. В. Шапиро, Г. Ф. Левин, 2005

сов планеты. Причинами, побуждающими к повышению этажности, являются: высокая стоимость земли на урбанизированных территориях; прогрессирующие возможности строительной отрасли; престижность для заказчика, необходимость создания доминанты для решения градостроительных задач. В Санкт-Петербурге уже проектируются и строятся дома высотой более 75 м (25 этажей).

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА:

Высотное строительство в мировой практике развито преимущественно на территориях с благоприятными инженерно-геологическими условиями (прежде всего, при поверхностном залегании прочных скальных оснований; используются также основания, сложенные твердыми отложениями, не подверженные структурным преобразованиям).

Internet: www.georec.spb.ru

Для Санкт-Петербурга характерно повсеместное залегание мощного чехла сравнительно слабых осадочных отложений; скальные грунты располагаются на глубинах 180...220 м, что исключает возможность их использования в качестве основания для свайных фундаментов.

Здания высотой более 12...14 этажей в Санкт-Петербурге стали строить только в 80-х годах прошлого века. Опыт строительства зданий выше 16 этажей практически отсутствует. Имеющиеся исключения являются, скорее, подтверждением этого тезиса.

Проектирование зданий высотой более 16 этажей в настоящее время в большинстве случаев представляет собой малообоснованную пролонгацию конструктивных решений, апробированных для зданий меньшей этажности.

Общегосударственные или региональные нормы, регламентирующие проектирование и строительство высотных зданий, в настоящее время отсутствуют. Не сформулированы даже основы подходов к проектированию высотных зданий.

Экспертно-консультативная комиссия по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям при экспертизе проектов строительства зданий высотой более 16 этажей неоднократно выявляла ошибки, которые можно признать характерными:

проектирование проводится на статически нерепрезентативной базе данных об инженерно-геологических условиях площадки;

при проектировании не оценивается совместная работа здания и основания;

здание не обладает достаточной жесткостью;

в конструктивной схеме не учтены специфические особенности высотных зданий.

В целом большинство проектных организаций не подготовлено к проектированию высотных зданий. Без незамедлительного профессионального вмешательства в эту ситуацию, без срочной разработки технического регламента, высотное строительство может стать фактором повышенной опасности.

ФИЛОСОФИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.

Высотное здание относится к повышенному уровню сложности и ответственности

проектирования и строительства, а устройство его фундаментов к третьей, наивысшей геотехнической категории.

Высотное строительство – это шаг на пути научно-технического прогресса, который сопровождается увеличением числа факторов риска.

Для обеспечения приемлемого суммарного риска при высотном строительстве необходимо минимизировать риск от каждого фактора.

С этой целью следует пересмотреть требования ко всем этапам строительного процесса.

ФАКТОРЫ РИСКА.

1. *Субъективные социальные факторы* – непрофессионализм проектировщиков, отсутствие опыта.

2. *Объективные социальные факторы* – отсутствие норм, системы взаимодействий разработчиков взаимозависимых разделов проекта.

3. *Технические факторы.*

3.1. Резкое возрастание нагрузок на основании при ограниченном пятне нагружения.

3.2. Высокое положение центра тяжести.

3.3. Снижение доли нагрузок от собственного веса конструкций (постоянных нагрузок) в общей сумме нагрузок.

3.4. Повышение доли временных нагрузок.

3.5. Среди временных нагрузок на первый план выходят ветровая нагрузка и температурные климатические воздействия.

3.6. Возрастание нагрузки от движения лифтов.

3.7. Возрастание влияния динамических нагрузок (в том числе от импульсной составляющей ветровой нагрузки).

3.8. Возрастание влияния сейсмических воздействий.

3.9. Увеличение влияния деформаций основания, сопровождающихся изменением структуры грунта (при высоких статических воздействиях – выпор грунта; при динамических – развитие выброползучести).

4. Группа факторов, обусловленных повышенной уязвимостью *при пожаре*.

5. *Другие факторы* – повышенная уязвимость при террористических актах, других форс-мажорных обстоятельствах.

КРИТЕРИИ ПРИ РАСЧЕТЕ ПО ДВУМ ГРУППАМ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

Для протяженных зданий привычным критерием при расчете по деформациям является ограничение относительной неравномерности осадок некоторым допустимым значением. Высотные здания взаимодействуют с основанием подобно жесткому штампу на податливом основании, для которого неравномерные осадки не опасны.

Главным критерием становится *ограничение крена* высотного здания.

Большинство перечисленных выше технических факторов риска способствует именно развитию крена.

Должно быть оценено влияние каждого технического фактора на крен здания в отдельности, а также в совокупности. При этом следует учитывать, что суммарное воздействие технических факторов на крен здания может превышать сумму кренов от каждого из них в отдельности (т.е. имеет место нелинейность, при которой суперпозиция факторов дает заниженное значение крена). Причинами развития крена являются:

неоднородность поля нагружения основания;

неоднородность инженерно-геологических условий (несогласованность слоев, линзовидное залегание и др.);

неоднородность жесткости здания.

Кроме того, следует рассматривать возможность развития крена вследствие:

случайной неоднородности свойств грунта в пределах одного инженерно-геологического элемента (слоя);

неравномерных температурных деформаций конструкций здания;

развития виброползучести грунта при импульсных воздействиях ветра (в преобладающем направлении) и пр.

Следует также учитывать ограничение динамических составляющих всевозможных нагрузок (от ветра, движения лифта и пр.) уровнем, допускаемым санитарными нормами.

ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ

Учитывая значительное влияние на крен здания неоднородности инженерно-геологических условий площадки (несогласованное залегание слоев -выклинивание, линзовидное залегание) количество скважин на пятне застройки должно быть увеличено таким образом, чтобы они образовывали сетку 10×10 м. Глубина скважин должна, как минимум, на 20 м превышать глубину заложения пяты свай и составлять не менее 50 м. Помимо разрезов должны быть построены изолинии кровли несущего слоя. Очертание его кровли между скважинами должно быть уточнено геофизическими методами.

Определения свойств грунтов должны обеспечивать возможность применения нелинейных моделей механики грунтов. В частности, обязательным является проведение трехосных испытаний в различных условиях дренирования с определением реологических параметров. Следует также определить параметры виброползучести грунта в условиях нагружения, адекватных реальным воздействиям (импульсная составляющая ветровой нагрузки и т. д.).

Обязателен анализ процессов, негативно влияющих на инженерно-геологические свойства грунтов, и прогноз изменения свойств при воздействии этих процессов.

Определение свойств грунтов должно проводиться только прямыми методами в объеме, позволяющем получить статически достоверное математическое ожидание и дисперсию для каждого параметра грунтовых свойств. Для одного слоя грунта должно быть выполнено не менее 50 дублирующих определений каждого параметра. Следует выявлять изменение однородности свойств внутри инженерно-геологического элемента.

ТИПЫ ФУНДАМЕНТОВ

Фундамент высотного здания должен обеспечивать его надежное защемление в основании. Могут рассматриваться следующие типы фундаментов:

свайный фундамент;

заглубленный коробчатый «плавающий» фундамент;
их комбинация.

КОНСТРУКЦИЯ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Конструкция должна обеспечивать достаточную пространственную жесткость здания для восприятия всех воздействий, в том числе отнесенных к факторам риска. Следует избегать неоднородности жесткости здания. Возведение здания допускается только из монолитного железобетона или металлических конструкций, при обеспечении необходимой степени их огнестойкости.

РАСЧЕТ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Расчеты следует выполнить с учетом взаимодействия системы «здание – фундаменты – основание». Расчеты должны проводить в пространственной постановке с учетом физической и геометрической нелинейности работы этой системы. При моделировании работы основания следует выполнить расчеты:

для упруго-пластической модели с учетом эффекта возникновения избыточных поровых давлений для грунтов, подверженных фильтрационной консолидации;

для реологической модели грунта.

Расчеты должны проводиться с учетом прогноза изменения свойств грунтов при воздействии процессов, оказывающих негативное влияние на грунты основания. Расчеты должны проводиться для всех этапов строительных работ на площадке:

ведения работ нулевого цикла (устройство ограждения котлована, откопка котлована, устройство свай и т. д.);

позаэтапного возведения здания.

МОНИТОРИНГ

Возведение высотного здания и его последующая эксплуатация должны сопровождаться инструментальным мониторингом, обязательными составляющими которого являются:

постоянный контроль за осадками и кренами здания;

постоянный контроль статических усилий в основных несущих элементах, в том числе сваях, железобетонной плите днища, давления на грунт и пр.;

постоянный контроль параметров колебания конструкций;

постоянный контроль влияния на соседнюю застройку.