

ВВЕДЕНИЕ

Теорией и практикой строительства признано, что экономически более выгодно строить здания повышенной этажности (9—16-этажные), а в некоторых случаях — высотные (20—30 этажные). Проектирование и строительство таких зданий — сложная инженерная задача.

Самыми экономичными конструкциями здания считаются те, которые рассчитаны на действие вертикальных сил — собственного веса. С ростом высоты здания повышается значимость горизонтальных сил — статического напора ветра и динамических нагрузок от воздействия порыва ветра или колебания основания при землетрясении. Учет влияния горизонтальных сил на прочность здания — это своего рода дополнительная плата за высоту. Поэтому одной из важнейших задач является поиск таких архитектурных форм и конструкций зданий, при которых эти затраты были бы минимальными.

В развитии современной строительной механики и теории сооружений применительно к зданиям повышенной этажности наметились две тенденции.

Первая из них заключается в том, что здания и сооружения довольно сложной конструктивной схемы рассматриваются как консольная балка, плоская рама или плоская комбинированная модель, объединяющая ту и другую. Плоская расчетная схема использовалась во многих опубликованных работах, основой для которых послужили учебники по строительной механике и теории сооружений, а также справочная литература, где разработаны положения о плоских расчетных схемах, описаны кинематический анализ, невыгодное положение нагрузки. Решаются и другие задачи, относящиеся к отдельным плоским элементам зданий и сооружений.

Вторая тенденция заключается в том, что здания и сооружения рассматриваются как единые пространственные структуры. Натурные эксперименты показали, что независимо от этажности при воздействии неравномерных осадок и различных нагрузок, в том числе ветровых и сейсмических, здания «ведут себя» как пространственные системы, а их продольная ось деформируется в плане. Тем не менее методы расчета, относящиеся к зданию и сооружению

в целом как сложной пространственной системе, практически не созданы. Прочность и надежность зданий все еще оценивается с помощью поэлементного расчета. Это нередко приводит к ошибкам в проектировании как в выборе наиболее рациональной конструктивной схемы, так и при определении необходимых геометрических и прочностных параметров. Исходя из формального анализа работы зданий (на динамические нагрузки) как плоской системы некоторые специалисты начали искусственно снижать жесткость системы: разрезать стены в местах их пересечения, отделять торцовые стены от каркаса здания, применять сложные разобщающие устройства для навесных панелей, разделять здания на короткие отсеки простейшей формы. При этом стоимость строительства возросла, а надежность сооружения упала, ибо независимо от того, какой расчетной моделью пользовался проектировщик, здание как пространственная структура всегда сопротивляется внешним воздействиям всеми своими резервами. Указанные же выше конструктивные мероприятия приводят к уменьшению резервов прочности.

В практике вычислительных центров крупных проектных организаций основное место занимают расчеты зданий по плоским расчетным схемам. Однако ценность их снижается, поскольку плоские схемы не позволяют вскрыть действительную работу сооружений.

Расчету плоских систем, в частности рам, посвящены многие работы, однако хорошо известно, что в большинстве случаев сооружения и конструкции работают пространственно. Неучет пространственной работы систем не позволяет вскрыть в полной мере имеющиеся в ней резервы. Расчет плоских систем на ЭЦВМ во многих случаях не оправдан.

Главной задачей в проектах перспективных планов многих научно-исследовательских учреждений страны является создание методов расчета зданий как единых пространственных систем. Эти методы дадут возможность ликвидировать лишние запасы прочности и оптимизировать параметры и конструктивные типы зданий путем наиболее выгодного удовлетворения требований надежности и экономичности.

Итак, проблема дальнейшего совершенствования методов расчета зданий на различные виды воздействий на базе пространственных моделей является весьма актуальной.

В книге изложены теория и практические методы расчета зданий на ветровые и сейсмические воздействия с учетом пространственной работы.

Первый раздел посвящен проблеме, связанной с совершенствованием и дальнейшим развитием методов расчета зданий на ветровые воздействия.

Авторами подробно изучены и критически рассмотрены методы расчета зданий на горизонтальные нагрузки с использованием и без использования гипотезы о недеформируемости перекрытий в своей плоскости. Отмечено, что в строительной механике зданий почти не уделено внимание самой проблеме ветровых нагрузок.

Здесь широко используется крайне упрощенная модель ветровых воздействий как от статического напора ветра, так и от флуктуаций скорости в турбулентном потоке. Выяснено, что образовался существенный разрыв между достижениями в области строительной механики при определении напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений и в области прикладной метеорологии, изучающей проблему ветровых нагрузок. В связи с этим авторы стремились наиболее полно осветить состояние вопроса и ознакомить инженеров-расчетчиков и специалистов в области строительной механики и прикладной метеорологии со спецификой и взаимной увязкой новых пространственных моделей зданий и внешних воздействий. Это в определенной мере восполнит имеющийся на стыке двух наук пробел, будет способствовать более правильной постановке и планированию натурных и модельных экспериментов по измерениям случайных колебаний в поле турбулентного ветрового потока и уточнению расчетов зданий с учетом пространственной работы.

Теория и практические методы расчета зданий на статические и динамические воздействия ветра разработаны на основе пространственных расчетных моделей, элементами которых могут быть не только стержни или части чисто стержневой системы (фермы, плоские рамы), но и пластинчатые системы типа крупнопанельных стен и перекрытий зданий. В этих моделях учитывается новый важный фактор — деформируемость контура здания в плане за счет поворота и податливости перекрытий. С учетом этого фактора производится «формирование нагрузок» (динамических) и их распределение между вертикальными и горизонтальными элементами здания, работа которых является взаимозависимой. Специфика разработанных методов расчета заключается в том, что благодаря специальному выбору групповых неизвестных, сложная пространственная система в единичных состояниях распадается на плоские элементы. При учете турбулентных пульсаций ветра методы разработаны для двух вариантов — с учетом и без учета взаимной корреляции пространственных форм.

Второй раздел книги посвящен расчету зданий на сейсмические воздействия. Значительное внимание уделено разработке практических методов расчета, где учитывается взаимосвязанная работа вертикальных и горизонтальных элементов здания.

Для расчета гражданских и промышленных зданий разработаны специальные методы расчета, в которых канонические уравнения строительной механики распадаются полностью либо на отдельные независимые группы, что существенно упрощает расчеты и делает их более дешевыми и надежными. Доказаны важные спектральные свойства этих уравнений, используя которые можно получать приближенные решения в замкнутом виде. Например, доказано, что квадрат частот здания как пространственной системы равен сумме квадратов частот вертикальных и горизонтальных элементов, выделенных из здания.

Широкое внедрение методов проектирования здания как единых пространственных систем, вероятно, будет происходить по этапам. Первый этап — использование простых, двумерных расчетных моделей зданий и соответствующих им методов расчета. Данная книга призвана обеспечить теоретическими разработками этот этап внедрения пространственных расчетов в практику проектирования. Поэтому в ней рассмотрены сравнительно простые методы расчета, позволяющие с помощью гипотезы о подобии форм колебаний получить расчленение частотных уравнений многоэтажных зданий на отдельные множители, каждый из которых является частотным уравнением одноэтажного здания. Аналогичными методами упрощается задача о сейсмоколебаниях многоэтажных зданий, рассматриваемых как сложные пространственные структуры.

Методы расчета зданий как единых пространственных систем, впервые предложенные В. К. Егуповым и Т. А. Командриной [9—14], используются в практике проектных организаций страны и вошли в нормативную литературу.

Первый раздел книги написан В. К. Егуповым (лаборатория динамических и сейсмических исследований НИИСК Госстроя СССР, Киев) и В. Н. Голобородько (кафедра сопротивления материалов ОВИМУ, Одесса); второй — В. К. Егуповым и Т. А. Командриной (кафедра железобетонных и каменных конструкций ОИСИ, Одесса).

Авторы выражают глубокую благодарность кандидату технических наук Л. Г. Дмитриеву за ряд ценных замечаний, сделанных по рукописи книги.