

УДК 725

И.М. Щепетова

## ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время вопрос повышения этажности зданий является одним из важнейших. Общество стоит перед проблемой широкого развития многоэтажного строительства. Это не только решение градостроительных или жилищных проблем, а также сохранение природной среды, сохранение сельскохозяйственных земель, ограничение разрастания городской застройки, решение экономических проблем отдельных регионов и пр.

С другой стороны характер деловой и производственной деятельности людей определяет необходимость создания крупных административных, общественных и производственных комплексов. Существенными являются вопросы связанные с экономией энергии за счет концентрации застройки, уменьшение затрат на транспорт, инженерные коммуникации и пр.

Таким образом, актуальность строительства многоэтажных и высотных зданий определяется факторами социального и экологического характера. Широкое развитие строительных технологий, систем монтажа, современных систем инженерного оборудования, новых эффективных материалов делает возможным применение новых многоэтажных систем зданий.

Повышение этажности выдвигает также необходимость разработки новых технологических решений зданий и их элементов, методов технологии возведения. Разработка новых конструктивных систем возможна на основе современных достижений в области теоретических исследований пространственной работы конструкций под действием силовых нагрузок с учетом использования современной технологии производства строительных материалов, методов монтажа.

Важнейшее значение имеет разработка научно-обоснованной классификации конструктивных систем по типу основных признаков определяющих принципиальную взаимосвязь основных конструкций, обеспечивающих пространственную жесткость и устойчивость многоэтажных объемов зданий.

Несущие системы многоэтажных зданий должны удовлетворять требованиям прочности и пространственной жесткости. Критерием последнего обычно служит величина прогиба верха здания от действия ветровой нагрузки. Если этот прогиб не превышает  $1/1000$  высоты здания, его жесткость считается обеспеченной. Такая оценка жесткости многоэтажной системы здания несколько условна, так как не учитывает возможные перемещения несущей

системы здания и возникающего при пульсации ветрового напора ускорения колебаний. Совместное действие горизонтальных и вертикальных нагрузок может вызывать значительное нарастание поперечных перемещений несущей системы и усилий в ее элементах, вплоть до потери общей устойчивости здания.

В обеспечении жесткости и устойчивости многоэтажных зданий важную роль играет способность несущей системы здания противостоять силам закручивания в плане. Под действием горизонтальной и вертикальной нагрузок в системе здания происходит не только изгиб в направлении главных осей, но и поворот конструкции вокруг пространственной оси здания. Это особенно отчетливо проявляется в несимметричных в плане несущих системах, в которых равнодействующая ветрового напора не совпадает с осью изгиба несущей системы.

Таким образом, основной причиной возможной потери устойчивости многоэтажного здания является изгибо-крутильные деформации пространственных систем зданий.

Изложенные выше общие положения основных факторов влияющих на пространственную жесткость и устойчивость многоэтажных объектов позволяет определить пути решения этой проблемы выбором наиболее оптимальных конструктивных систем на основе применения новых материалов, новых систем монтажа и пр.

Из всего многообразия конструктивных систем можно выделить четыре «первичных» системы принципиально различающихся по типу вертикальных несущих конструкций (см. рис. 1). «Первичными» можно считать I – каркасные, II – стеновые (диафрагмовые), III – ствольные, IV – оболочковые (трубчатые) системы.

Вертикальными несущими конструкциями в системе I (каркасной) является пространственный рамный каркас, в системе II (стеновая) – поперечные и продольные несущие стены, в системе III (ствольная) – расположение внутри здания пространственной опоры (ствола), в системе IV (оболочковая) – несущие конструкции (опоры или стены) расположены по периметру наружного контура здания.

Сочетанием «первичных» систем образуются «вторичные» конструктивные системы (производные) – I-II – каркасно-стеновые, I-III – каркасно-ствольные, I-IV – каркасно-оболочковые, II-III – стеновые с ядром жесткости, II-IV – ячеистые, III-IV – ствольно-оболочковые (труба в трубе). В практике строительства многоэтажных зданий встречаются, как правило, «вторичные» конструктивные системы. В границах «вторичных» систем образуются разновидности разных подсистем – III-A – многоствольные (с

мостовими конструкціями), III-B – ствольно-консольные, III-C – ствольные с мостовыми перекрытиями.

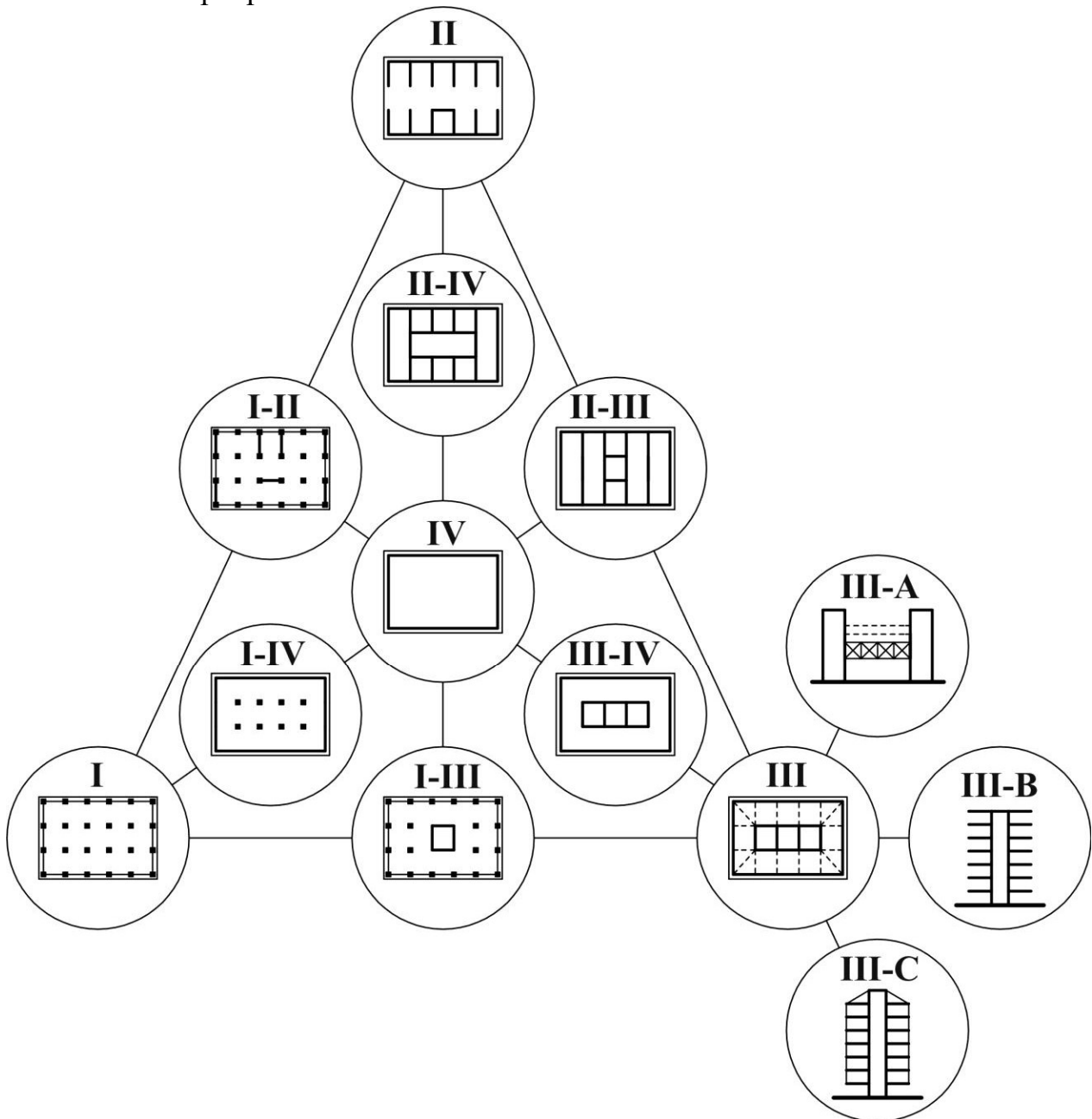


Рис. 1 Классификация конструктивных систем многоэтажных зданий

«Первичные» системы: I – каркасные, II – стеновые (диафрагмовые), III – ствольные, IV – оболочковые (трубчатые).

«Вторичные» системы: I-II – каркасно-стеновые, I-III – каркасно-ствольные, I-IV – каркасно-оболочковые, II-III – стеновые с ядром жесткости II-IV – ячеистые, III-IV – ствольно-оболочковые (труба в трубе), III-A – многоствольные с мостовыми конструкциями, III-B – ствольно-консольные, III-C – ствольные с подвесными перекрытиями.

Наибольшую пространственную жесткость имеют оболочковые и производные от них системы, в которых несущие вертикальные конструкции располагаются по контуру здания, образуя вертикальный замкнутый объем. Конструктивное решение наружной несущей оболочки может быть различным. В зависимости от высоты здания оболочка может быть из бетонных или железобетонных стен, из безраскосных решетчатых систем с часто расположенными опорами объединенных ригелем, из раскосных конструкций в виде пространственных ферм. Во всех вариантах решения оболочковых систем важнейшим условием пространственной жесткости является сопротивление сдвигу в своей плоскости стены наружной оболочки. Естественно, что в раскосных трубах-оболочках сопротивление сдвигу больше, чем безраскосных или стеновых, образуемых изгибаемыми элементами.

В ствольно-оболочковых системах (труба в трубе) учет сопротивления дисков перекрытий при их совместной работе с оболочкой и стволом снижает изгибающий момент ствола и уменьшает прогиб всей системы. Дальнейшее развитие ствольно-оболочковых систем в строительстве высотных зданий идет в направлении объединения нескольких оболочек в системе здания и создании, таким образом, при повышении высоты зданий укрупненных сечений способных повысить пространственную жесткость многоэтажных объемов зданий.

В ствольно-консольных системах ствол образует единую вертикальную конструкцию, в которой нагрузка возрастает к фундаменту здания. В этой системе достигается максимальная свобода решений фасадных стен и планировочных решений по высоте здания. Область применения таких систем – это создание многоэтажных объемов со свободной поэтажной планировкой. Ограничение конструктивных решений является гибкость консольных перекрытий, поэтому возникает необходимость усиления конструкций консольных дисков перекрытий.

В системах с подвешенными этажами нагрузки от перекрытий передаются через подвески на консольный пояс, расположенный вверху здания. Силы растяжения в подвесках увеличиваются в направлении к верху здания. Нагрузка от перекрытий через консольный пояс передается на ствол. В результате стенки ствола испытывают сжимающее усилие. Подвески работают на растяжение, поэтому не возникает проблемы продольного изгиба и потери устойчивости системы. Как и в системах ствольно-консольных возможно разнообразие архитектурных и конструктивных решений.

Перспективными являются многоствольные системы с большепролетными (мостовыми) конструкциями перекрытий. В таких системах объем многоэтажного здания опирается на большепролетные (мостовые)

конструкции ферм, которые, в свою очередь, опираются на опоры-стволы, расположенные на значительном расстоянии друг от друга. Применение таких систем позволяет решать проблемы застройки на сложном рельефе, сохраняя природный ландшафт местности, решать проблемы реконструкции городской застройки с сохранением исторически сложившихся ансамблей, более экономично решать вопросы увеличения этажности различных зданий. Развитие ствольно-мостовых систем в строительстве многоэтажных и высотных зданий позволяет более широко применять системы многоэтажных атриумов – внутренних дворов-вестибюлей, систем разнообразных планировочных решений и пр.

В заключение следует отметить, что данная классификация исходит из опыта современного строительства и безусловно будет развиваться при появлении новых технологий строительства многоэтажных зданий.

#### Литература

1. Дроздов Т.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов. М., 1977, 273с.
2. Козак Ю. Конструкции высотных зданий. Пер. с чешского. М., 1986, 308с.
3. Харт Ф., Хенн В., Зонтаг Х. Атлас стальных конструкций. Многоэтажные здания. М., 1977, 351с.
4. Сборные многоэтажные здания. Труды III Международного симпозиума S – 41 МСС и объединенного комитета по высотным зданиям. Публикация № 43.. М., ЦНИИЭПжилища. 1977. 261с.
5. Антонино Терранова. Небоскребы. Авторизированный перевод. А.СТ.-АСТРЕЛЬ. М., 2004, 311с.

#### Анотація

Досліджуються тенденції виникнення сучасних конструктивних систем багатопверхових будинків, приводиться їх класифікація та характеристика.

#### Аннотация

Исследуются тенденции возникновения современных конструктивных систем многоэтажных зданий, приводится их классификация и характеристика