

УДК 728.22-044.952

Анализ конструктивных решений многоквартирного жилого дома с учётом стойкости каркаса к прогрессирующему обрушению

Хремли Е.А.

(Научный руководитель – Шилов А.Е.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Прогрессирующим обрушением называют разрушение несущих конструкций здания в пределах трех и более этажей или на одном этаже площадью более 80 м^2 , возникающее в результате разрушения отдельного несущего конструктивного элемента, вызванного особым воздействием.

Высотные здания должны быть защищены от прогрессирующего обрушения в случае локального разрушения несущих конструкций в результате возникновения чрезвычайных ситуаций при действии аномальных (особых) воздействий.

Аномальными (особыми) воздействиями следует считать воздействия, являющиеся результатом событий, имеющих низкую годовую вероятность появления (как правило, от $5 \cdot 10^{-8}$ до $2 \cdot 10^{-5}$) и характеризующиеся очень коротким интервалом времени действия по сравнению с воздействиями, установленными для проектного срока службы.

При проектировании высотных зданий в общем случае учитываются следующие особые воздействия:

- нагрузки, характеризующиеся давлением на внешние и внутренние поверхности зданий и их отдельные конструктивные элементы (например, взрывы, давление ветра и другие опасные метеорологические явления);
- нагрузки, вызванные ударом (например, ударные воздействия от транспортных средств, ракеты, попадание осколков);
- вибрационные воздействия в процессе сноса;
- вынужденные деформации конструктивной системы в целом или отдельных конструктивных элементов (при пожарах, осадке опор при образовании карстовых воронок и провалов в основаниях зданий и т. д.).

Высотные здания проектируют так, чтобы их конструктивная система имела минимальный уровень прочности, неразрезности, пластической деформативности, достаточной для предотвращения прогрессирующего обрушения, что достигается:

- реализацией требований по компоновке конструктивной системы, объемно-планировочных решений непосредственно здания, а также его расположения на генеральном плане;
- разработкой интегрированной системы горизонтальных и вертикальных связей;
- изменением направлений пролетов в плитах перекрытий;
- проектированием резервных конструктивных элементов в системе;
- учетом мембранных усилий, возникающих в плитах и балках перекрытий, и балочных эффектов в стенах.

Основные средства защиты зданий от прогрессирующего обрушения:

- резервирование прочности несущих элементов,
- обеспечение несущей способности ригелей колонн, диафрагм, дисков перекрытий и стыков конструкций;
- создание неразрезности и непрерывности армирования конструкций;
- повышение пластических свойств связей между конструкциями;
- включение в работу пространственной системы несущих элементов.

Устойчивость здания против прогрессирующего обрушения проверяется расчетом и обеспечивается конструктивными мерами, способствующими развитию в несущих конструкциях, конструктивных элементах и их узлах пластических деформаций при действии соответствующих особых сочетаний воздействий.

Для оценки стойкости каркаса к прогрессирующему обрушению и анализа конструктивных решений рассматривается жилой дом повышенной комфортности, состоящий из 2-х секций с тремя – четырьмя квартирами на этаже.

Общая этажность дома – 30 этажей. К дому примыкают четырехэтажные объемы офисного назначения. Первые четыре этажа здания также отданы под административные и общественно-бытовые

помещения. В здании предусмотрен подземный паркинг для автомобилей жильцов дома.

Конструктивно здание запроектировано с несущим железобетонным безригельным каркасом стоящим на монолитной фундаментной плите толщиной 1500мм.

Диафрагмы жесткости толщиной 200, 300, 400 и 500 мм выполняются из монолитного бетона класса $C^{30/37}$ с армированием отдельными стержнями.

Колонны сечением 400×800 мм, 550×550 мм, запроектированы из монолитного бетона класса $C^{30/37}$ с армированием отдельными стержнями. Рабочие швы бетонирования выполнены по низу плит перекрытий. Соединение отдельных стержней арматуры выполнены вязальной проволокой без использования сварочных соединений на строительной площадке.

Перекрытия – сплошные монолитные диски из бетона класса $C^{20/25}$ толщиной 180 мм.

Наружные стены здания в проекте выполнены из монолитного железобетона (бетон класса $C^{30/37}$), а также из блоков ячеистого бетона толщиной 300 мм D 500; В 2,0; F 35.:

Лестницы выполняются из монолитного железобетона, бетона класса $C^{30/37}$.

Внутренние стены толщиной 200 мм запроектированы из керамзитобетонных калиброванных блоков с повышенным сопротивлением с усредненной плотностью $\rho = 660 \text{ кг/м}^3$.

Перегородки запроектированы из блоков ячеистого бетона толщиной 100 мм со штукатуркой с обеих сторон по 15 мм, во влажных помещениях и стенки вентиляционных шахт – из кирпича керамического полнотелого на растворе М 50.

Кровля здания – плоская рулонная двухслойная.

Наружные стены здания защищены навесными панелями заводской готовности с креплением к плитам перекрытия.

В данной работе, для анализа стойкости каркаса к прогрессирующему обрушению, использован метод альтернативных траекторий передачи нагрузки (АТ-метод). В рамках указанного метода создана пространственная расчётная модель, подвергнутая нелинейному статическому расчёту, в рамках которого при расчёте конструктивной системы учитывается как физическая, так и геометрическая нелинейность. К модифицированной конструктивной системе с уда-

ленным вертикальным несущим элементом пошагово прикладывается нагрузка равными ступенями от нуля до полного расчетного значения. На каждой ступени (этапе) нагружения выполняется итерационный расчет системы.

В настоящее время в Республике Беларусь как никогда активно развивается высотное строительство. Этот процесс неизбежен, так как многоэтажные здания высотой 100 и более метров становятся символами городов и стран, позволяют сэкономить драгоценное пространство густонаселённых территорий. Мировая практика показывает, что подобные сооружения зачастую становятся жертвами не только террористических актов, но и неудачных стечений обстоятельств, вызванных различными причинами, потому расчёт на прогрессирующее обрушение имеет первостепенное значение при проектировании каркасов подобных зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высотные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-108-2008. - Минстройархитектуры РБ, Минск 2008. – 85с.
2. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. - Минстройархитектуры РБ, Минск 2003. – 140 с. С изменениями 1, 2, 3, 4, 5.
3. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85. - Госстрой СССР. - М., ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с. С изменением №1 РБ.