

**Особенности учёта прогрессирующего обрушения
в бескаркасных зданиях**

Титов А.Л.

(Научный руководитель – Зверев В.Ф.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

В данном материале рассмотрены особенности прогрессирующего обрушения бескаркасных зданий, в частности – крупнопанельного здания, запроектированного по типовой серии М 464 У-1. Дома этой серии возводятся с 2002 года. Крупнопанельные дома серии имеют шаг поперечных стен 3,2 и 3,5 м. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров, различных конфигураций, со ступенчатой структурой плоскости стен, что подчёркивается цветовым решением фасадов.

Надземные конструкции жилой части зданий решены на основе перекрёстно-стеновой конструктивной схемы. Наружные стеновые панели трёхслойные толщиной 300 мм. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены железобетонные толщиной 140 и 120 мм, перегородки железобетонные толщиной 100 и 70 мм. Высота этажа – 254 см.

Конструктивная система жилых панельных (и других типов) зданий должна быть защищена от прогрессирующего (цепного) обрушения в случае локального разрушения ее несущих конструкций при аварийных воздействиях, не предусмотренных условиями нормальной эксплуатации зданий. Аварийная ситуация может быть вызвана деятельностью человека (взрывы газа, теракты, пожары, наезды транспорта, дефекты проектирования и строительства, некачественная реконструкция с пристройкой, надстройкой, перепланировкой помещений, сопровождаемая ослаблением или перегрузкой несущих элементов и оснований) или природными явлениями (землетрясения, ураганы, оползни). Так как исключить вероятность возникновения подобных ситуаций полностью невозможно, необходимо обеспечить некоторую степень безопасности людей и сохранности их имущества за счет уменьшения вероятности прогрессирующего обрушения при возникновении локального разрушения несущих конструкций.

Это требование означает, что в случае аварийных воздействий допускаются локальные разрушения несущих конструкций (полное или частичное разрушение отдельных стен в пределах одного этажа и двух смежных осей здания), но эти первичные разрушения не должны приводить к обрушению или к разрушению конструкций, на которые передается нагрузка, ранее воспринимавшаяся элементами, поврежденными аварийным воздействием.

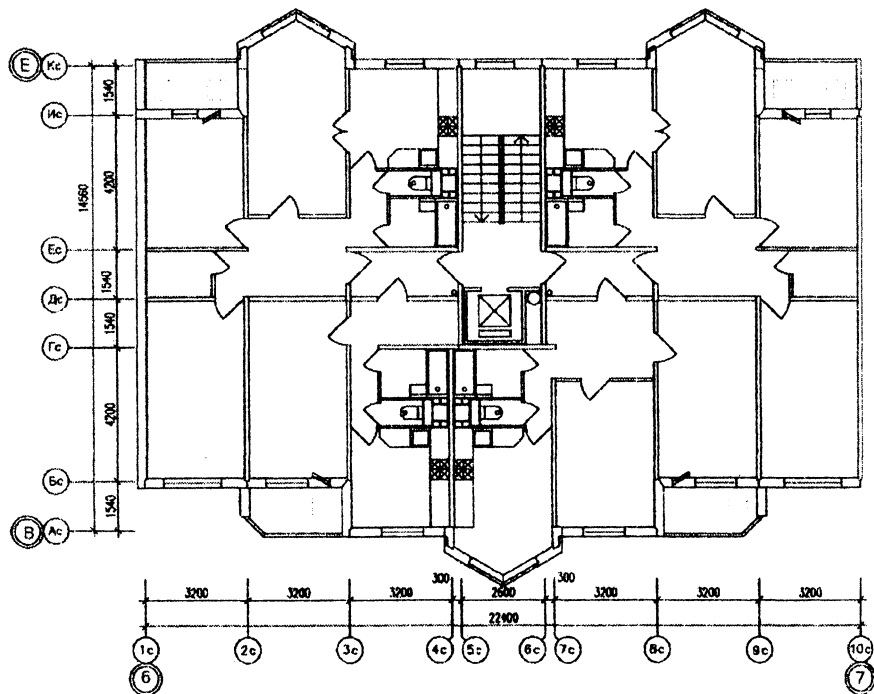


Рисунок 1. План типового этажа дома серии М 464 У-1

Конструктивная система здания должна обеспечивать его прочность и устойчивость в случае локального разрушения несущих конструкций, как минимум на время, необходимое для эвакуации людей. Перемещение конструкций и раскрытие в них трещин в рассматриваемой чрезвычайной ситуации не ограничивается.

Эффективная работа связей, препятствующих прогрессирующему обрушению, возможна лишь при обеспечении их пластичности в предельном состоянии:

- необходимо, чтобы после исчерпания несущей способности связь не выключалась из работы и допускала без разрушения сравнительно большие абсолютные деформации (порядка нескольких миллиметров).

- для обеспечения пластичности соединений сборных элементов их конструктивные решения должны включать специальные пластичные элементы, выполненные из пластичной листовой или арматурной стали.

Растянутая линейная связь между сборными элементами, как правило, представляет цепочку последовательно соединенных элементов – анкер закладной детали, закладная деталь, собственно связь, закладная деталь второго элемента и ее анкер. В силу случайной изменчивости сопротивлений отдельных элементов этой цепи и их соединений предельное состояние всего стыка определяется слабейшим звеном. Соответственно реальная пластичность всего соединения зависит от того, какой элемент окажется слабейшим:

- если произойдет выкалывание бетона, в котором анкеруется закладная деталь, то разрушение будет носить хрупкий характер с весьма незначительными абсолютными деформациями, предшествующими выключению связи из работы (см. рисунок 2, а);

- если разрушится одно из сварных соединений, то, хотя при качественной сварке пластичность и проявится, в силу малой протяженности самого разрушаемого звена абсолютные деформации, предшествующие выключению связи из работы, будут сравнительно невелики (см. рисунок 2, б);

- только в том случае, когда слабейшим звеном соединения окажется собственно металлическая связь, все соединение проявит максимально возможные пластические свойства (см. рисунок 2, в).

Соединения сборных элементов, препятствующие прогрессирующему обрушению панельных зданий, должны проектироваться неравнопрочными, при этом элемент, предельное состояние которого обеспечивает наибольшие пластические деформации соединения, должен быть наименее прочным.

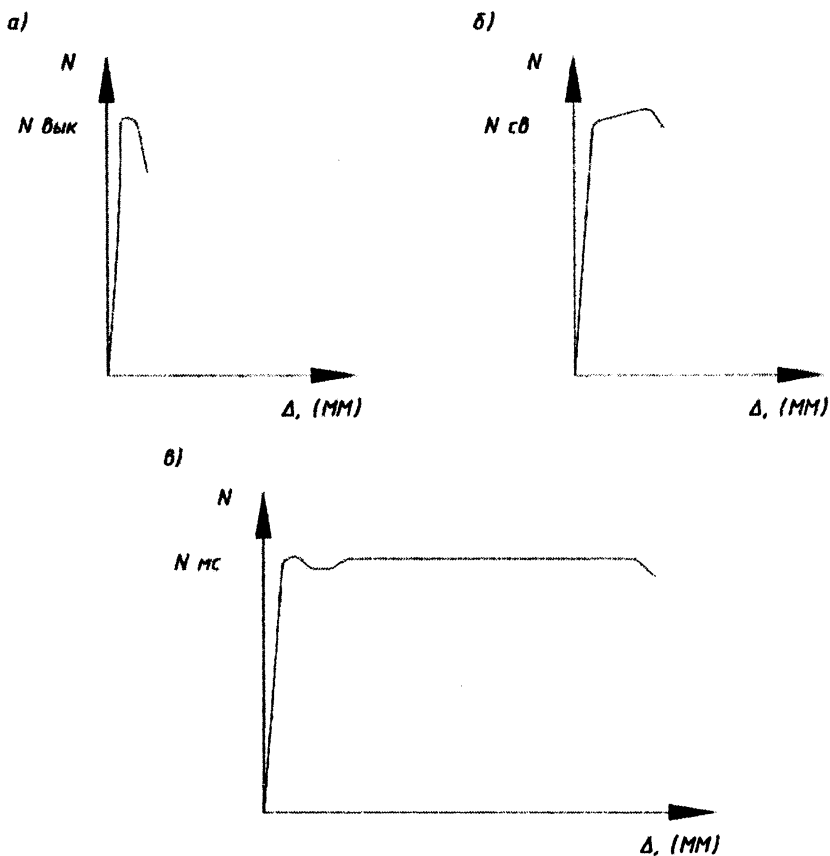


Рисунок 2. Диаграмма деформирования растянутой линейной связи при разрушении различных ее элементов:

а – при выкалывании анкерующего бетона; б – при разрушении сварных соединений; в – при разрушении листовой или стержневой связи

Устойчивость здания против прогрессирующего обрушения следует обеспечивать наиболее экономичными средствами, не требующими повышения материалоемкости сборных элементов:

– рациональным конструктивно-планировочным решением здания с учетом возможности возникновения рассматриваемой аварийной ситуации; в частности, не рекомендуется применять внутренние отдельно стоящие стеновые пилоны, связанные с остальны-

ми вертикальными конструкциями только перекрытиями; применение отдельно стоящих наружных (торцевых) стен не допускается;

– конструктивными мерами, способствующими развитию в сборных элементах и их соединениях пластических деформаций при предельных нагрузках;

– рациональным решением системы конструктивных связей, отдельных узлов и элементов соединений и стыков панелей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-3.02-108-2008 (02250): Высотные здания. Строительные нормы проектирования.
2. И.Н. Тихонов. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. Москва, 2007
3. Разработка и исследование усовершенствованной системы конструктивных связей между сборными элементами панельных зданий унифицированной конструкции с целью повышения их надежности и улучшения технико-экономических характеристик. Научно-технический отчет МНИИТЭП, шифр НИ-1696. М., 1976.
4. Стругацкий Ю.М. Обеспечение прочности панельных зданий при локальных разрушениях их несущих конструкций. В сб. «Исследования несущих бетонных и железобетонных конструкций сборных многоэтажных зданий», МНИИТЭП, М., 1980.
5. «Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения». Г.И. Шапиро, Ю.А. Эйсман, В.И. Травуш. М.: Москомархитектуры, 2006
6. «Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий Г.И. Шапиро, Ю.А. Эйсман, Ю.М. Стругацкий М.: Москомархитектуры, 1999