

Смирнов Геннадий Алексеевич, магистрант ОСУН

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский московский государственный
строительный университет», Москва, Россия*

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЙ ЗДАНИЙ ПРИ ПРОГРЕССИВНОМ РАЗРУШЕНИИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ НУЖД СУДЕБНОЙ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Аннотация: В статье анализируется устойчивость зданий к различным видам разрушений, одним из которых является прогрессивное разрушение. Рассматривается целесообразность дальнейшей эксплуатации здания после аварии техногенного характера, в результате которой произошло обрушение несущих конструкций. В процессе восстановления разрушенного здания, рассматриваются основные особенности конструктивного решения, а также методы, которые могут быть применены экспертом при производстве экспертизы.

Ключевые слова: строительство, прогрессивное разрушение, физический износ, восстановление разрушенного здания, вычислительный комплекс SCAD Office.

Annotation: The article analyzes the resistance of buildings to various types of destruction, one of which is progressive destruction. The expediency of the further operation of the building after the accident of a technogenic character, which resulted in the collapse of supporting structures, is considered. In the process of restoring a destroyed building, the main features of a constructive solution are considered, as well as methods that can be applied by an expert in the production of expertise.

Keywords: construction, progressive destruction, physical deterioration, restoration of the destroyed building, SCAD Office computer complex.

Многоэтажные жилые дома массовой застройки из монолитного и сборного железобетона должны быть защищены от прогрессирующего разрушения, вызванного деформацией отдельных несущих конструкций из-за аварийных воздействий [1]. Согласно классификации [2], к жилым домам массовой застройки 2-го уровня ответственности относятся зданий высотой не более 25 этажей или 75 метров.

На эксплуатируемые и реконструируемые здания 2-го уровня ответственности распространяются требования по их защите от прогрессирующего разрушения, под которыми понимается предотвращение разрушения других конструкций здания после гипотетического разрушения вертикальной конструкции одного из этажей. Расчеты прогрессирующего разрушения сделаны только для прочности и устойчивости конструктивных элементов. Ширина трещин и деформаций не ограничены.

На Рис. 1 показана картина аварийного разрушения 9-этажного жилого дома от взрыва газа. Здание было построено в 1977 году по типовому проекту 1-115-04. Разрушение здания произошло в Ноябре 2012 года в результате взрыва бытового газа на кухне квартиры восьмого этажа. Внешние керамзитобетонные панели стен восьмого, девятого этажа и технических этажей были разрушены, что привело к обрушению плит перекрытия и части фасада здания. Обломки разрушенных панельных стен, пустотных плит и межэтажных перекрытий упали на землю, нанеся ущерб нижней части здания.

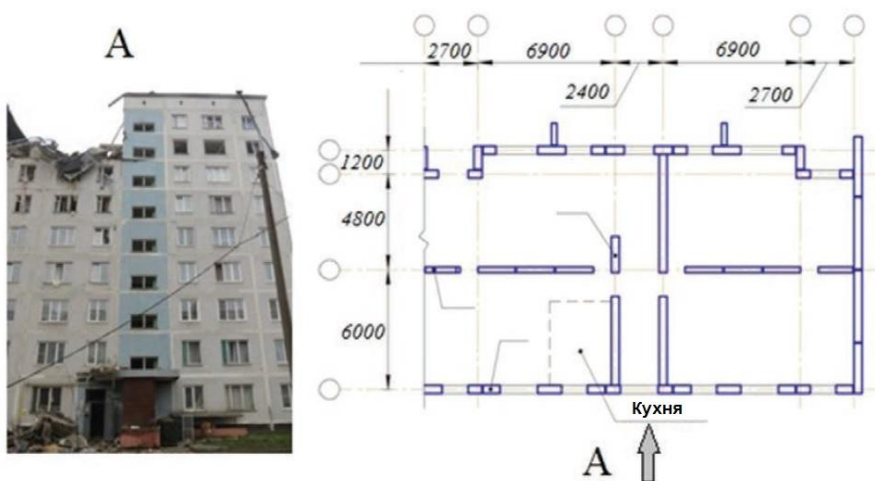


Рисунок 1. Разрушение конструкций жилого дома после взрыва газа на кухне квартиры восьмого этажа (1-наружная продольная панель стен из керамзитобетона, 2 внутренние продольные бетонные панели стены, 3 - внутренняя поперечная стена из бетонных блоков).

Технический осмотр, проведенный после аварийного разрушения здания, показал возможность и целесообразность его восстановления. Сборные железобетонные панели несущих продольных стен, разрушенных взрывом (поз. 1 и 2 на Рис. 1), были восстановлены как монолитные железобетонные стены с поперечными выступами в местах смежных с ними перегородок.

Полы с 7-го по 9-й этажи и перекрытия технических помещений здания были восстановлены из сборных железобетонных пустотелых плит с монолитными секциями. Наличие монолитных секций позволило организовать надежное сопряжение восстановленных настилов полов и плит перекрытия с монолитными продольными стенами и поперечными стенами лестниц, которые сохранились после взрыва. Стены лестниц, примыкающих к кухне разрушенных квартир, были сделаны из больших блоков.

Обеспечение необходимой защиты многоэтажных жилых зданий от прогрессирующего разрушения должно быть подтверждено оценкой устойчивости к прогрессивному разрушению конструктивной системы здания. Рекомендации по расчету и проектированию структурной системы жилых зданий, способных противостоять прогрессирующему разрушению, приведены в [3; 4; 5].

Расчет структурной системы многоэтажного жилого дома производится при проектировании компьютерной модели надземной части здания, подземных этажей и грунтового основания в комплексах программного обеспечения SCAD, STARK-ES и др. Модель учитывает вид сопряжения элементов проектной схемы [6].

Это меняет геометрию расчетной схемы и характер работы конструктивных элементов расчетной схемы, которые соприкасаются с местом разрушения. В связи с изменением характера работы для элементов такой схемы необходимо изменить характеристики жесткости этих элементов.

Это представляет определенную сложность из-за неопределенности количественной оценки этих параметров расчетной схемы. Расчет производится путем комбинации различных нагрузок, которые включают в себя постоянные и временные нагрузки с коэффициентами сочетания нагрузок и коэффициентами надежности для нагрузок, равными единице [6]. При выполнении расчетов принимаются нормативные значения прочностных и деформационных характеристик бетона и арматуры [7].

Важную роль играет выбор арматуры, пластические свойства которой в предельном состоянии допускают перераспределение усилий между работоспособными конструкциями с блокированием процесса прогрессивного разрушения после возникновения локального разрушения в здании.

Поскольку термомеханическое упрочнение арматуры связано с потерей ее пластических свойств, повышение прочностных свойств арматуры при сохранении ее пластичности является одним из перспективных направлений производства стальной арматуры для железобетонных конструкций.

Включение в пространственную работу конструктивной системы здания не несущих конструктивных элементов, такие как наружные стеновые панели, могут улучшить защиту здания от постепенного разрушения.

В то же время горизонтальные обвязки монтируются из бетона или железобетона, наружные панели с несущими элементами здания должны иметь следующие параметры: если высота пола составляет 3,0 м - растягивающее усилие должно составлять не менее 10кН на метр длины панели, а если высота пола составляет 3,5 м от пола - растягивающее усилие должно быть не менее 12 кН на метр длина панели.

Объемная компьютерная модель структурной системы здания может также включать другие неструктурные элементы. На Рис.2 изображено конструктивное решение стяжек панельного жилого дома серии 1-115 и технического состояние петли грузового стропа в поврежденной легковесной стеновой панели.

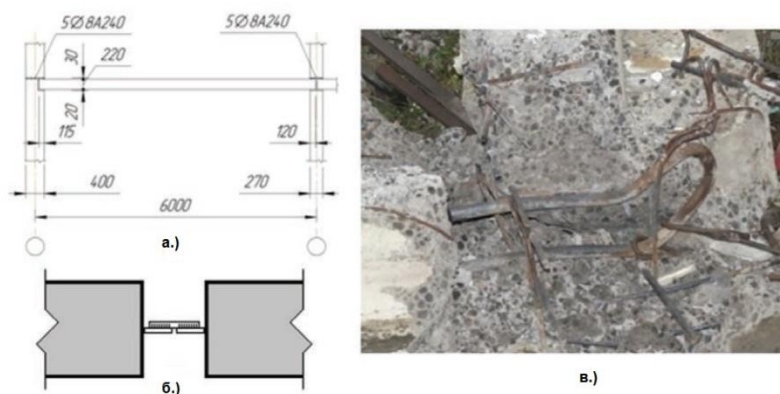


Рис.2. Конструктивное решение стяжек панельного здания серии 1-115, где произошло аварийное разрушение: а) - схема навески несущей полый плиты перекрытия на несущие стены здания; б) - схема сварной стальной петли грузового стропа между панелями несущих стен; в) - петля для груза на поврежденной легковесной стеновой панели.

На Рис.2а показано шарнирное сопряжение плит перекрытия с несущими стеновыми панелями здания серии 1-115, где произошло аварийное разрушение. На этапе эксплуатации плита перекрытия работает как однопролетная статически определяемая балка, нагруженная равномерно распределенной статической нагрузкой.

Предварительно напряженная рабочая арматура плиты перекрытия установлена на нижнем краю конструктивного элемента. Объемные динамические напряжения, возникшие в результате взрыва бытового газа в кухонном помещении, по своей природе имели направление и интенсивность действия нагрузки, которая отличается от нагрузки плиты в статическом состоянии и требует верхнего рабочего усиления, которое не было предусмотрено в плитах перекрытия изначально.

Кроме того, в условиях небольшой вертикальной сжимающей нагрузки от вышележащих стеновых панелей к наружной стене кухни в эпицентре взрыва произошел удар от взрывной волны по наружной стеновой панели по всей квартире, спровоцировавший постепенное разрушение конструктивных элементов вышележащего этажа и чердака [8].

Многоэтажные панельные здания с продольно-стеновой структурной системой в условиях взрывного воздействия более уязвимы, чем здания с поперечно-стеновой структурной системой, при этом плиты перекрытия

опираются на три внутренние стены или даже дополнительно на четвертую - наружную стену здания.

На Рис. 2а показано, что в процессе разрушения здания связь между плитами пола и внешними стенами может ослабнуть или даже быть потерянной. Это приводит к изменению расчетной схемы панелей наружных стен. Стеновые панели в эпицентре взрыва бытового газа были разрушены в результате взрывного воздействия значительной интенсивности.

Монолитные плиты перекрытия еще более надежны в зданиях со структурной системой стен. Нижняя и верхняя продольная рабочая арматура, расположенная вдоль обоих направлений координатных осей здания, должна быть непрерывной, а минимальная общая площадь поперечного сечения нижней и верхней продольной арматуры должна быть не менее $0,25l$.

На Рис.3 показан вариант конструктивного решения монолитной плиты перекрытия в здании со стеной из конструктивной системы. Прерывание нижней арматуры в опорной зоне перекрытия, а также расположение верхних сеток арматуры только над стенами, в случае потери опор приведет к разрушению плит перекрытия и может вызвать прогрессивное разрушение несущих элементов здания.

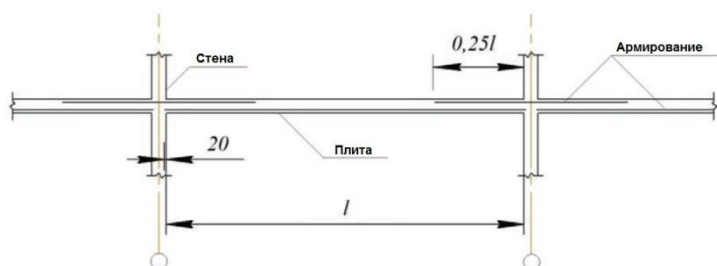


Рисунок 3. Вариант конструктивного решения монолитного перекрытия при строительстве стеновой структурной системы.

Соблюдение нормативных требований по защите многоэтажных жилых зданий от прогрессирующего разрушения позволит снизить риск их разрушения в случае взрыва бытового газа, проведения несанкционированной перепланировки и в ряде других случаях.

Библиографический список:

1. СТО-008-02495342-2009. Предотвращение прогрессирующего обрушения монолитных конструкций зданий. М., 2009.
2. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
3. Ю. А. Иващенко. Лавинообразное разрушение конструктивных систем// Строительство и архитектура. 2013. №14. С. 2–27.
4. Алмазов В. О. Сопротивление прогрессирующему разрушению: расчеты и конструктивные мероприятия // Вестник НИЦ Строительство. 2009. №1. С. 179–193.
5. Домарова Е. В. Расчетно-конструктивные методы защиты от прогрессирующего разрушения железобетонных монолитных каркасных зданий// Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015.№10. С. 123–130.
6. Перельмутер А. В., Криксунов Э. З., Мосина Н. В. Реализация расчета монолитных жилых зданий на прогрессирующее (лавинообразное) обрушение в среде вычислительного комплекса SCAD Office. Инженерно-строительный журнал, №2, 2009.
7. Свод правил нагрузки и воздействия. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
8. Свод правил СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.