

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЁМОВ РАЗРУШЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЫЧНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

Обоснован научно-методический подход определения характера и объёмов разрушения жилых зданий, учитывающий возможные случаи воздействий обычных средств поражения.

Ключевые слова: жилое здание, обычные средства поражения.

V.A. Sednev, E.I. Koshevaya **THE METHOD OF DETERMINING THE VOLUME OF DESTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS UNDER THE ACTION OF CONVENTIONAL WEAPONS**

Substantiated scientific and methodical approach of determining the nature and volume of destruction of residential buildings, taking into account the possible effects of conventional weapons.

Key words: residential building, conventional means of destruction.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 29 декабря 2016 г.

По существующим взглядам, различают четыре степени разрушений зданий и сооружений: *слабые, средние, сильные, полные* [1].

Понятия этих степеней разрушения зданий сформировались по результатам оценки последствий воздействия на них воздушной ударной волны ядерного взрыва. В этом случае здание полностью накрывается ударной волной и на все его конструктивные элементы действует избыточное давление одинаковой величины.

В результате взрыва обычных осколочно-фугасных средств поражения возникают местные (локальные) повреждения отдельных конструктивных элементов зданий.

Достижение полной степени разрушения здания обуславливается его конструктивными особенностями, которые характеризуются наличием критических элементов. Критическими элементами основных типов зданий являются фундамент, колонны и несущие стены. Их количество, взаимное расположение и конструкционный материал определяют устойчивость здания к полному разрушению. Следовательно, количество разрушенных критических элементов можно считать показателем степени разрушения здания.

Вторыми по важности конструктивными элементами здания, которые определяют степень его разрушения, следует считать покрытия и междуэтажные перекрытия (ригели, плиты). Их разрушения не приводят к прогрессирующему разрушению здания, но нарушают его эксплуатацию по назначению и требуют значительных затрат на восстановление.

Третьими по важности конструктивными элементами здания являются внутренние стены и перегородки. Их разрушения могут временно нарушить эксплуатацию здания по назначению, а восстановление здания возможно в короткие сроки.

Четвертыми по важности конструктивными элементами здания можно считать оконные и дверные устройства, разрушения или деформирования которых практически не нарушают эксплуатацию здания и потребуют незначительных затрат на их восстановление.

Моделирование разрушения критического элемента выполняется путём его удаления из расчётной схемы здания (рис. 1).

В качестве расчётных вариантов приняты секции типовых 5-этажных кирпичного, панельного и монолитного зданий. В результате установлено (рис. 1-3), что прогрессирующее разрушение здания наступает:

- для панельного здания – при разрушении 40 % несущих стен;
- для кирпичного здания – при разрушении 60 % несущих стен;
- для монолитного здания – при разрушении 67 % колонн и 36 % несущих стен.

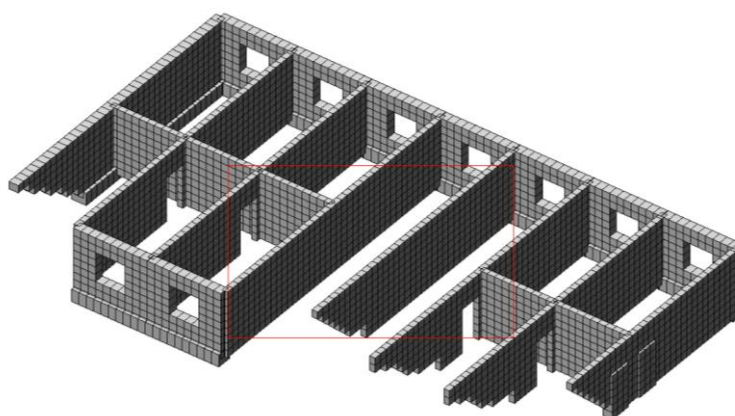


Рис. 1. Схема этажа панельного здания с разрушенными стенами

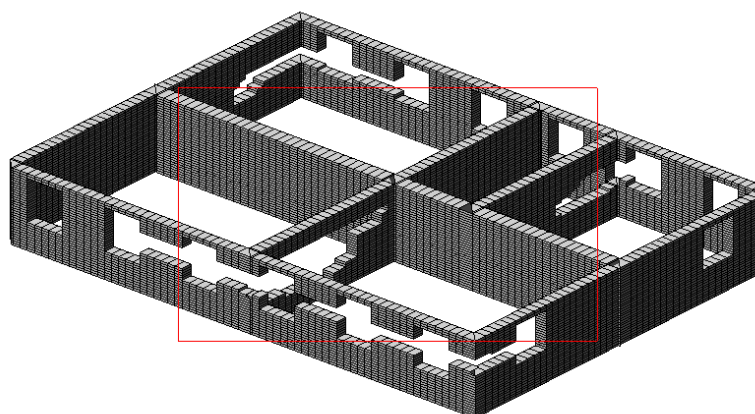


Рис. 2. Схема этажа кирпичного здания с разрушенными стенами

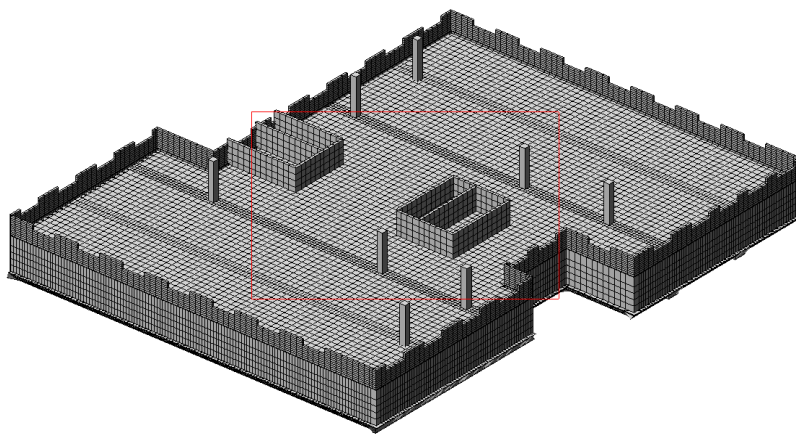


Рис. 3. Схема этажа монолитного здания с разрушенными колоннами и стенами

Приведённые выше данные могут использоваться для определения вероятностей неразрушений зданий при воздействии обычных средств поражения на жилые зоны городов и объектов экономики.

Для определения количества критических элементов, разрушение которых приводит к полному разрушению конкретного типа здания вследствие прогрессирующего обрушения, необходимо выполнить серию расчётов [3-6].

Известно, что по зданиям жилых зон городов и объектов экономики возможно поражающее воздействие авиационно-ракетными боеприпасами либо по площади жилой зоны (площадное воздействие), либо по площади здания (прицельное воздействие). При площадном воздействии возможны два расчётных случая. Первый – ковровое воздействие, когда удар наносится по площади всего объекта поражения. Второй – удар наносится только по застроенной части.

При этом в качестве расчётного принимается самый опасный и самый вероятный случай, когда боеприпасы снаряжены взрывателями замедленного действия и поэтому способны пробивать междуэтажные перекрытия или проникать в грунт на уровень фундамента.

Для определения характера и объёмов разрушений зданий разработана расчётная схема локальных разрушений их конструкций (рис. 4), которая предполагает возможные случаи воздействия обычных средств поражения.

1. Боеприпас своей кинетической энергией удара пробивает покрытие и междуэтажные перекрытия здания, вызывая в них местные разрушения: сквозное пробивание с отколом бетона с внутренней поверхности плит покрытия (перекрытий). Радиус откольной зоны определяется по зависимости

$$R_1 = 1,5d, \text{ м}, \quad (1)$$

где d – диаметр боеприпаса, м.

Количество пробиваемых перекрытий зависит от массы, скорости боеприпаса, толщины и материала перекрытий.

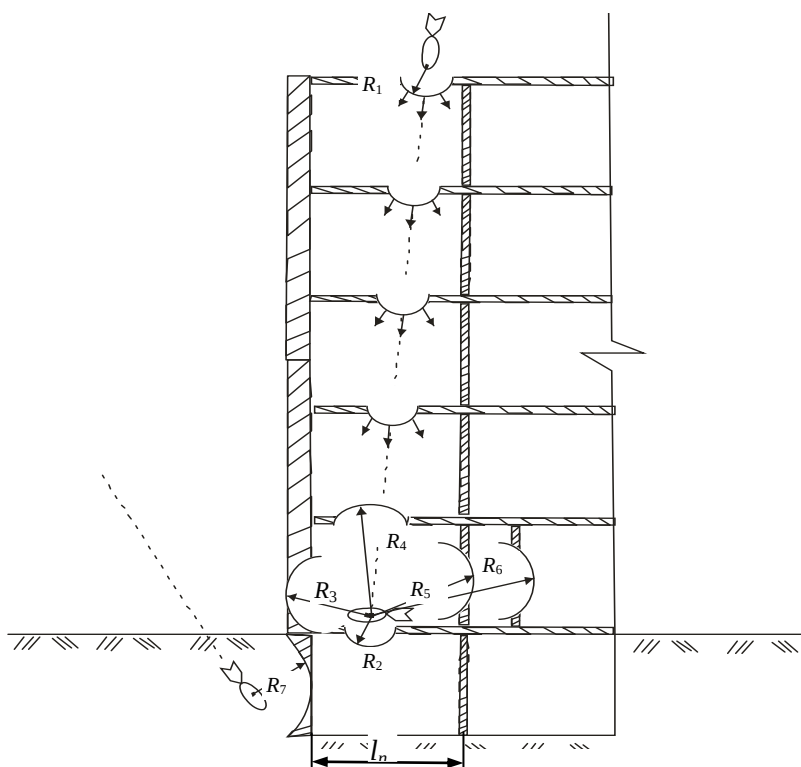


Рис. 4. Расчётная схема локальных разрушений конструкций здания средствами поражения в обычном снаряжении:

- R_1 – радиус разрушения междуэтажного перекрытия механическим действием удара боеприпаса;
 R_2 – радиус разрушения междуэтажных перекрытий местным действием взрыва;
 R_3 – радиус разрушения несущих стен общим действием взрыва;
 R_4 – радиус разрушения междуэтажных перекрытий общим действием взрыва;
 R_5 – радиус разрушения колонн общим действием взрыва;
 R_6 – радиус разрушения внутренних стен (перегородок) общим действием взрыва;
 R_7 – радиус разрушения фундамента сейсмической волной взрыва (при площадном воздействии);
 l_n – расстояние между осями несущих стен

2. После исчерпания кинетической энергии боеприпас взрывается на очередном перекрытии, оказывая разрушающее действие взрывом на ближайшие строительные конструкции.

Радиус разрушения перекрытия в результате местного действия взрыва

$$R_2 = mK_{\text{от}} \sqrt[3]{C_{\text{эф}}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где m – коэффициент забивки;

$K_{\text{от}}$ – коэффициент сопротивления материала отколу;

$C_{\text{эф}}$ – эффективная масса заряда взрывчатого вещества боеприпаса, приведённая к тротилу.

3. Взрыв боеприпаса на междуэтажном перекрытии оказывает общее действие на конструкции здания воздушной ударной волной. Радиус разрушений в результате общего действия взрыва в воздухе

$$R_{3,4,5,6} = K \sqrt{\frac{C_{\text{эф}}}{d}}, \text{ м}, \quad (3)$$

где K – коэффициент, зависящий от взрывчатого вещества заряда боеприпаса и материала конструкций: 0,6 – для кирпичных конструкций, 0,25 – для железобетонных конструкций;

d – толщина стен, принимается: $d = 0,5 \text{ м}$ – для кирпичных строительных конструкций, $d = 0,3 \text{ м}$ – для железобетонных строительных конструкций.

4. Взрыв боеприпаса в грунте рядом с фундаментом оказывает на него общее действие волной сжатия. Радиус разрушения в результате общего действия взрыва в грунте

$$R_7 = 2,13 \sqrt[3]{\frac{C_{\text{эф}}}{\Delta P_{\text{ф}}}}, \text{ м}, \quad (4)$$

где $\Delta P_{\text{ф}}$ – избыточное давление во фронте воздушной ударной волны ядерного взрыва для укрытий в подвалах жилых зданий, кг/см^2 .

Фундаменты современных типовых зданий выдерживают нагрузку $\Delta P_{\text{ф}} = 1 \text{ кгс/см}^2$.

В формулах (2-4)

$$C_{\text{эф}} = C \cdot K_{\text{эф}}, \text{ кг}, \quad (5)$$

где C – масса заряда взрывчатого вещества боеприпаса, кг ;

$K_{\text{эф}}$ – коэффициент приведения взрывчатого вещества боеприпаса к тротилу.

Площади поражения критических элементов зданий определяются в зависимости от их размеров и величины радиуса разрушения (рис. 5).

Площадь поражения несущих стен

$$F_{\text{НС}} = L_{\text{НС}}(R_3 + t_{\text{НС}}), \text{ м}^2, \quad (6)$$

где $L_{\text{НС}}(t_{\text{НС}})$ – соответственно, общая длина и толщина несущих стен одного этажа, м .

При условии $F_{\text{НС}} \geq F_{\text{зд}}$ площади поражения смежных стен накладываются друг на друга, где $F_{\text{зд}}$ – площадь здания. В этом случае принимается, что $F_{\text{НС}} = F_{\text{зд}}$.

Площадь поражения колонны (пилона)

$$F_{\text{к}} = (a + 2R_5)(b + 2R_5), \text{ м}^2, \quad (7)$$

где a, b – размеры колонны (пилон) в плане, м .

При условии $F_{\text{к}} \cdot m_{\text{к}} \geq F_{\text{зд}}$ площади поражения колонн накладываются друг на друга, тогда $F_{\text{к}} = F_{\text{зд}}$, где $m_{\text{к}}$ – количество колонн. Площадь поражения фундамента

$$F_{\text{ф}} = 2(L + R_7)(B + R_7), \text{ м}^2. \quad (8)$$

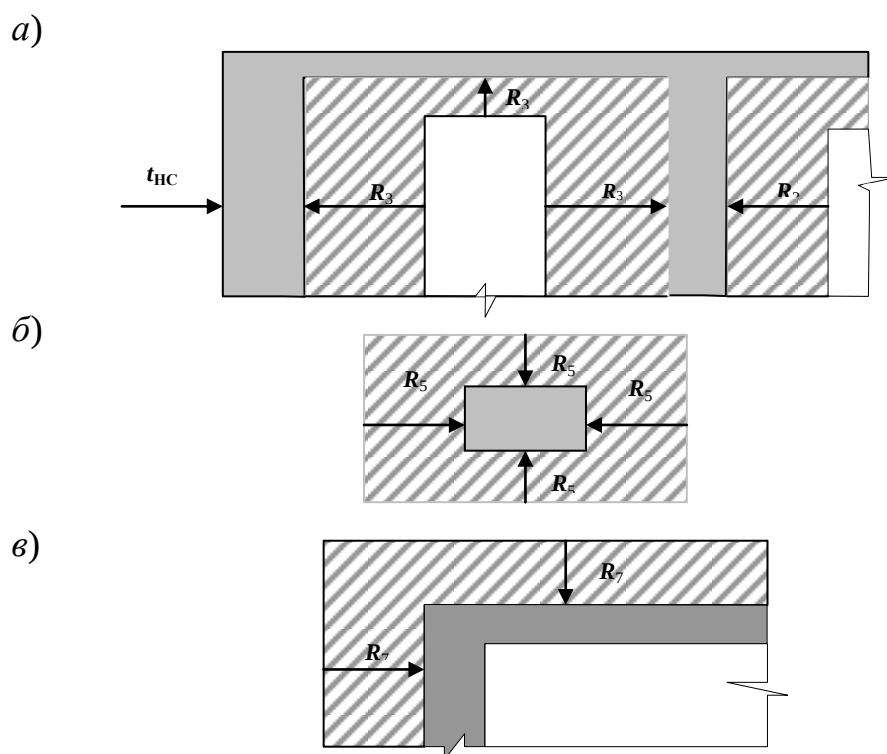


Рис. 5. Площадь поражения критических элементов зданий:
 а – несущих стен; б – колонны (пилона); в – фундамента

Вероятность разрушений критических элементов зданий определяется по выражению

$$P = 1 - e^{-F_n N}, \quad (9)$$

где F_n – площадь поражения критических элементов: несущих стен – $F_{НС}$, колонн – F_k , фундамента – F_Φ ;

N – плотность воздействия по очагу поражения.

При прицельном воздействии и при условии $F_n \geq F_{зд}$ принимаем $P = 1,0$.

Использование методики позволяет обосновать объём восстановительных работ в городе при действии обычных средств поражения, предложения по повышению устойчивости жилых зданий к взрывным нагрузкам, а также по обеспечению защищённости населения и его жизнеобеспечению.

Литература

1. **Седнев В.А., Платонов А.П., Кошечкина Е.И.** Управление безопасностью экономики и территорий: учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 275 с.
2. **СП 165.1325800.2014.** Инженерно-технических мероприятий по гражданской обороне.
3. **Рекомендации** по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. М.: Москомархитектура, 2006. 35 с.
4. **Рекомендации** по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. М.: Москомархитектура, 2005. 40 с.
5. **Рекомендации** по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях. М.: Москомархитектура, 2002. 14 с.
6. **Рекомендации** по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. М.: Москомархитектура, 1999. 35 с.