

Использование требований норм для расчета на прогрессирующее обрушение стальных конструкций

С.В. Скачков, Р.И. Лунтаков

Академия строительства и архитектуры. Донской Государственный Технический Университет, Ростов н/Д, Россия

Аннотация: Рассмотрены основные положения Российских и зарубежных норм, указана недостаточная проработка вопроса расчета на прогрессирующее обрушение. сделаны выводы на основании анализа имеющейся литературы

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, стальные конструкции, нормы, требования, расчет на прогрессирующее обрушение, отказ

Отказ любого несущего элемента конструкций оценивается вероятностью их разрушения. Путем увеличения стоимости сооружения возможно уменьшить эту вероятность до нуля, что как правило экономически нецелесообразно. В действующих нормах рассматриваются варианты, работы конструкций связанных с обеспечением безопасности людей при возникновении аварийных ситуации.

Впервые термин «прогрессирующее обрушение» был сформулирован после аварии 22-этажного жилого дома в Англии 1968 году. Анализ показал, что авария вызвана взрывом бытового газа на 18 этаже [1, 2], что привело к разрушению наружной панели, вследствие вышележащие конструкции, потеряв опору обрушились. Ударным воздействием при обрушении повреждены нижележащие конструкции. На основании доклада комиссии начались исследования проблемы прогрессирующего обрушения строительных конструкций.

В нашей стране необходимость учета при проектировании конструкции прогрессирующего обрушение «лавинообразное обрушение» впервые указано в (Пособие по проектированию жилых зданий к СНиП 2.08.01-85. Вып. 3) 1986 году [3].

Причинами аварий могут быть как системные ошибки при проектировании, строительстве или эксплуатации здания, так и аварийные воздействия природного или техногенного характера [4].

В руководстве [5] прогрессирующее обрушение характеризуется следующими процессами:

- Первый процесс нужен для снижения вероятности прогрессирующего разрушения при строительстве нового здания. Производится расчет, чтобы понять соответствует ли конструкция требованиям анализа для прогрессирующего обрушения, если вероятность высокая, то возвращаются к расчету и перепроектируются конструктивные элементы.

- Второй процесс нужен для оценки вероятности прогрессирующего разрушения в существующем здании. Производится расчет, чтобы понять соответствует ли конструкция требованиям анализа для минимизации вероятности прогрессирующего разрушения, составляется отчет.

В практике строительства последних лет, а также в нормативной документации обычно используется термин «защита от прогрессирующего обрушения». При этом методики к обеспечению надежности зданий и сооружений раскрыты не достаточно подробно.

Рассмотрим основные методы расчета на прогрессирующее обрушение отечественных и зарубежных норм:

В (МДС 20-2.2008. Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного прогрессирующего обрушения при аварийных воздействиях) приводятся два метода по предотвращению прогрессирующего обрушения. Прямой метод заключается в изъятии из расчетной схемы одного или нескольких элементов, связей и анализе оставшейся конструкции на предмет её способности перераспределять дополнительно возникающие усилия. Методика расчета, по сути, является компьютерным моделированием

форсмажорной ситуации и позволяет проследить приспособление конструкции при изменении конструктивной схемы [6]. Косвенный метод предполагает проведение мероприятий, не относящихся непосредственно к расчету сооружений. Обеспечение стойкости здания к выключению элементов обеспечивается повышением степени статической неопределимости, введением излишних связей, заменой шарнирных соединений жесткими, иными словами, снижением «значимости» конкретных элементов для системы в целом и созданием альтернативных путей восприятия нагрузки [7].

Предлагаются следующие варианты защиты от прогрессирующего обрушения в (ТНС 31-322-2006. Жилые и общественные высотные здания). Расчет устойчивости здания производится на особое сочетание нагрузок, включающее постоянные, длительные, кратковременные воздействия. Рекомендуется использовать пространственную расчетную модель здания. Резервирование прочности несущих элементов, создание неразрезности перекрытий. В высотных зданиях рекомендуется применять монолитные и сборно-монолитные перекрытия, которые соединены вертикальными несущими конструкциями здания связями. В случае локального разрушения одной вертикальной конструкции, не должно произойти обрушения перекрытия [8].

В настоящее время наряду с нормами используются различные рекомендации. Так, в рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения [9] сказано, что в зданиях с применением металлических конструкций необходимо предусматривать сталежелезобетонные перекрытия, избегать гибких соединений ригелей с колоннами. Горизонтальные ветровые связи должны обеспечивать объединение диска перекрытия. Необходимо использовать сталь с повышенной пластичностью и вязкостью.

В рекомендации по защите монолитных зданий от прогрессирующего обрушения [10] указываются положения для случая локального разрушения несущих конструкций производить расчет только по предельным состояниям первой группы, устойчивость обеспечивается экономичными средствами, реконструкция не должна снижать устойчивость против прогрессирующего обрушения, в качестве локального разрушения следует рассматривать разрушение вертикальных конструкций. При этом указанные рекомендации относятся к зданиям с использованием железобетонных конструкций.

В практике исследования прогрессирующего обрушения используются зарубежные нормы. В (BS EN 1991-1-7. Actions on structures. General actions. Accidental actions) приведены классификация методов расчета против прогрессирующего обрушения, стратегии, основанные на учете установленных чрезвычайных нагрузок, а также на ограничении размера локализованного разрушения. В положения (BS EN 1990. Basis of structural design) указано, что конструкции должны запроектированы и построены таким образом, чтобы они не были повреждены при наступлении таких событий как: взрыв, удар, последовательность человеческих ошибок и т.д. В (ASCE 7-05. Minimum design loads for buildings and other structures) приведены методы косвенного, прямого, альтернативного пути нагружения, особой локальной прочности.

Вывод:

Анализ ряда положений, норм, рекомендаций показал что в отечественной и в зарубежной документации малая часть внимания уделена стальным сооружениям, основная часть относится к железобетонным конструкциям и их расчету. Из указанных выше норм при проектировании для расчета на прогрессирующее обрушение можно воспользоваться МДС 20-2.2008 или СТО 3655401-024-2010. Объектом данных рекомендаций является большепролетные сооружения. Целью проектирования является

определение размеров основных несущих элементов, вероятность разрушения которых, определена с учетом запаса несущей способности, который необходим для восприятия возможных аварийных воздействий. В целом расчет на прогрессирующее обрушение в частности и в вопросах безопасности здания лежат в плоскости расчета элементов конструкций на конкретные воздействия (взрыв, пожар и т.п.).

Литература

1. Crowder B. Devil in details. Navfac. 2005. 12 p.
2. Crowder B. Definition of progressive collapse. Navfac. 2005. 10 p.
3. Дробот Д.Ю. Живучесть большепролетных металлических покрытий. Москва. 2010. С. 212.
4. Радченков А.В., Аксенов В.Н. Методы расчета каркасных зданий из монолитного железобетона на прогрессирующее обрушение на примере 17-этажного жилого дома // Инженерный вестник Дона. 2016. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3879.
5. Грачев В.Ю. Руководство по расчету на прогрессирующее обрушение для новых и реконструируемых федеральных офисных зданий. Екатеринбург. 2010. С. 21.
6. Назаров Ю.П., Городецкий А.С., Симбиркин В.Н. К проблеме обеспечения живучести строительных конструкций при аварийных воздействиях // Строительная механика и расчет сооружений. 2009. №4. С. 6.
7. Грачев В.Ю., Вершина Т.А., Пузаткин А.А. Непропорциональное разрушение. Сравнение методов расчета. Екатеринбург. 2010. С. 81.
8. Седегова Л.Н. Особенности строительства гражданских зданий в сложившейся городской застройке // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1698.
9. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. Москва. ГУП НИИЦ. 2006. С. 34.



10. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. Москва. ГУП НИИЦ. 2005. С. 24.

References

1. Crowder B. Devil in details. Navfac. 2005. 12 p.
2. Crowder B. Definition of progressive collapse. Navfac. 2005. 10 p.
3. Drobot D.Yu. Zhivuchest' bol'sheproletnykh metallicheskih pokrytiy [Survival of metal large-span shell]. Moskva. 2010. 212 p.
4. Radchenkov A.V., Aksenov V.N. Inzenernyj vestnik Dona (Rus). 2016. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3879.
5. Grachev V.Yu. Rukovodstvo po raschetu na progressiruyushchee obrushenit dlya novykh i rekonstruiruemykh federal'nykh ofisnykh zdaniy [Guide to analysis the progressive collapse for new and reconstructed federal office buildings]. Ekaterinburg. 2010. 21 p.
6. Nazarov Yu.O., Gorodetskiy A.S., Simbirkin V.N. Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy. 2009. №4. 6 p.
7. Grachev Y.Yu., Vershina T.A., Puzatkin A.A. Neproportsional'noe razrushenie. Sravnenie metodov rascheta [Disproportionate collapse. Analysis of methods]. Ekaterinburg. 2010. 81 p.
8. Sedegova L.N. Inzenernyj vestnik Dona (Rus). 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1698.
9. Rekomendatsii po zashchite vysotnykh zdaniy ot progressiruyushchego obrusheniya [Recommendations for the protection of high-rise buildings from the progressive collapse]. Moskva. GUP NIATs. 2006. 34 p.
10. Rekomendatsii po zashchite monolitnykh zhilykh zdaniy ot progressiruyushchego obrusheniya [Recommendations for the protection monolithic residential buildings from the progressive collapse]. Moskva, GUP NIATs. 2005. 24 p.