

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ ОБРУШЕНИИ

Ж.С.ДЖУМАГУЛОВА, А.К.СТАМАЛИЕВ
[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

Макалада көп кабаттуу имараттарда өрчүүчү кыйроонун пайда болуунун негизги себептери келтирилген. Чет элдик мамлекеттердин нормативдик жана долборлоо документтеринин анализи берилген.

Изложены причины возникновения прогрессирующего обрушения в многоэтажных зданиях. Приведен анализ нормативных и проектных решений в странах СНГ.

Given main reasons to beginning progressive collapse in multistory concrete buildings. Review the foreign states modern design codes and procedures.

Проблема безопасности сегодня весьма актуальна в различных сферах человеческой жизнедеятельности, в том числе и в сфере эксплуатации строительных конструкций, зданий и сооружений. В динамически развивающейся городской среде, характеризующейся ростом техногенных нагрузок на строительные объекты, достоверная информация о величине риска зданий и сооружений является необходимым условием устойчивого развития города. Вопросы обеспечения безопасности строительных проектов являются в настоящее время одними из наиболее актуальных и важнейших задач. В последнее время актуальными стали вопросы стойкости многоэтажных зданий к так называемому прогрессирующему обрушению.

Термин «прогрессирующее обрушение» и формулировка проблемы защиты от него панельных зданий появились в 1968 году в докладе комиссии, расследовавшей причины известной аварии 22-этажного жилого дома Ronan Point в Лондоне (рис. 1). Это драматическое событие началось со взрыва газа в одной из квартир на 18-м этаже, вызванного утечкой в газовой плите.

Наружные панели здания были запроектированы, чтобы выдержать только давление ветра, и после разрушения на одном этаже была потеряна возможность передачи вертикальной нагрузки от верхних этажей. Обломки из перекрытий с 18 до 22 этаж упали на перекрытие 17 этажа, что породило цепочку отказов перекрытий, поскольку нагрузка обломков превысила грузоподъемность отдельного перекрытия. Разрушился целый угол здания выше и ниже места взрыва. В здании Ronan Point были выполнены все строительные нормы и правила, и было установлено отсутствие производственных дефектов. Но прогрессирующее обрушение было неизбежным, поскольку схема конструкции была аналогична карточному домику, то есть она не имела никакой возможности перераспределить нагрузку на отдельные подсистемы. Поскольку невозможно полностью исключить вероятность возникновения аварийных воздействий или ситуаций, вызванных деятельностью человека (взрывы газа, теракты, пожары, наезды транспорта, дефекты проектирования, строительства и эксплуатации зданий, неквалифицированная их реконструкция с надстройкой, пристройкой, перепланировкой помещений, сопровождаемых ослаблением или перегрузкой несущих элементов и оснований) или природными явлениями (землетрясения, ураганы, оползни, неравномерные деформации оснований), необходимо обеспечить определенную степень безопасности людей, находящихся в зданиях, и сохранность их имущества за счет уменьшения риска прогрессирующего обрушения (рис. 1, б) при локальных разрушениях конструкций /1/.

Для защиты от прогрессирующего обрушения крупнопанельных зданий разработаны методики расчета и рекомендации по конструированию, а многочисленные примеры аварий



Рис. 1. Примеры прогрессирующего обрушения:
а – здание «Ronan Point», б – здание в Оклахома-Сити

подтверждают, что эффективность аналогичных решений для монолитных и сборно-монолитных зданий и сооружений практически малоизучена. Разработчики программных комплексов SCAD и «Лира» предлагают свои методики расчета, однако достоверность получаемых результатов пока не подтверждена и требует проведения исследований в этом направлении.

Ранее были разработаны нормативные документы, содержащие методики, примеры расчета с помощью кинематического метода теории предельного равновесия и рекомендации по защите от прогрессирующего обрушения следующих типов зданий:

- крупнопанельные здания;
- жилые здания с несущими кирпичными стенами;
- жилые здания каркасного типа;
- монолитные жилые здания;
- высотные здания;
- большепролетные сооружения.

Рекомендации разработаны в период с 1999 по 2006 гг. группой специалистов НИИЖБ (д.т.н. А.С.Залесов), МНИИТЭП (инженеры Г.И.Шапиро, Ю.А.Эйсман, к.т.н. В.С.Коровкин), РААСН (д.т.н. В.И.Травуш) и НИЦ СтаДиО (к.т.н. Ю.М.Стругацкий). Рекомендации имеют схожее содержание, отличаясь лишь незначительно в разделе конструктивных решений, где учитывается конкретная специфика каждого типа зданий. Предложенная методика расчета кинематическим методом теории предельного равновесия крайне трудоемка в применении на практике. При рассмотрении сложных вариантов объемно-планировочных решений наиболее опасную форму разрушения надо устанавливать перебором всех возможных вариантов схем локального разрушения. В Рекомендациях нет методики оценки прогибов и перемещений плит /2/.

Специалисты разных стран сходятся во мнении, что устойчивость здания против прогрессирующего обрушения следует обеспечивать комплексом средств:

- превентивными мерами безопасности ;

- рациональными конструктивно-планировочными решениями здания с учетом возможности возникновения аварийной ситуации;
- мерами, обеспечивающими неразрезность конструктивной системы здания;
- применением материалов и конструктивных решений, обеспечивающих развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций;
- мероприятиями, аналогичными защите зданий от сейсмических воздействий.

Практика проектирования свидетельствует об острой необходимости простых инженерных решений, не требующих детального анализа каждой конкретной конструкции.

Разработать алгоритм проектирования зданий и сооружений, защищенных от прогрессирующего обрушения (ПО). Определить возможность применения программных комплексов (ПК) для расчетов зданий на ПО. Определить конструктивно-планировочные решения, способные снизить вероятность развития ПО, и проверить их эффективность расчетами на моделях в различных ПК. Сравнить полученные результаты.

В настоящее время отсутствуют общепринятый научно обоснованный подход или практика проектирования зданий и сооружений, сохраняющих структурную целостность при различных вариантах расчетных нагрузок и аварийных воздействий. Отмечена трудность теоретического определения возможности прогрессирующего обрушения здания ввиду отсутствия четких определений, начиная от вероятности возникновения и величины предполагаемой опасности. В большинстве случаев аварийные воздействия не могут быть определены количественно, и неизвестна степень возможных начальных повреждений. Не разработаны аналитические методы определения начальных повреждений и прогнозирования вероятности последующего прогрессирующего обрушения сооружения из-за предполагаемых аварийных воздействий. Невозможно использовать численные методы расчета МКЭ ввиду отсутствия подробных знаний поведения конструкций при прогрессирующем обрушении, а также достаточного опыта построения структурных комплексных моделей и интерпретации результатов вычислений. Необходимы разработки по развитию усовершенствованной методики оценки уязвимости конструктивных систем и их совершенствованию для смягчения прогрессирующего обрушения при различных вариантах опасности. Инженеры нуждаются в простых методах проектирования и расчетов. Одним из документов, определяющих правила проектирования для предотвращения прогрессирующего обрушения, являются Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения /3/, разработанные МНИИТЭП и НИИЖБ, утвержденные и введенные в действие приказом Москомархитектуры в 2005 г.

При всем разнообразии проектных и конструктивных решений многие из них рассмотрены для районов, не отличающихся повышенной сейсмичностью, а некоторые и вовсе разработаны для районов, имеющих сейсмическую активность до 6 баллов. Кыргызстан же расположен в горной сейсмически активной зоне. Поэтому, учитывая данный фактор, здания проектируются с сейсмичностью в 8-9 баллов.

В соответствии с этим актуальность исследования заключается в том, насколько антисейсмические мероприятия и конструктивные решения, используемые в зданиях, возводимых в сейсмических районах, могут влиять на возникновение прогрессирующего обрушения.

Список литературы

1. Руденко В.В., Руденко Д.В. Защита каркасных зданий от прогрессирующего обрушения // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 3. – С. 28-32.
2. Перельмутер А.В. Прогессирующее обрушение и методология проектирования конструкций (совершенствование нормативных документов). №6-2004 «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». – М., 2004. – С.42-45.
3. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. – М., 2005.