

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ КАРКАСА ЗДАНИЯ

Аннотация: В данной статье рассматриваются основные причины возникновения аварийных ситуаций строительных конструкций, представляется обзор наиболее распространенных методов расчета и приводятся рекомендации для устранения проблем прогрессирующего обрушения каркаса здания.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, аварийная ситуация, локальное разрушение, методология защиты зданий.

В настоящее время наблюдается увеличение числа инцидентов, связанных с обрушением зданий из-за естественных и техногенных воздействий, таких как взрывы, автомобильные аварии, повреждение инженерных систем здания. В соответствии со СП [1], эти воздействия также известны как особые воздействия и часто не принимаются во внимание при проектировании зданий и сооружений. Разрушение одной колонны или части несущей стены, например, из-за взрыва бытового газа, может привести к последовательному разрушению остальных элементов, что в результате может привести к серьезным повреждениям или полному разрушению здания. При потере несущих частей каркаса здания своих прочностных характеристик есть риск вызвать линейное вовлечение друг за другом определённых последствий, по-другому – последовательное разрушение остальных частей здания.

Прогрессивное разрушение – понятие, используемое для описания полного или частичного разрушения конструкций высотой более двух этажей, которое появляется из-за разрушения одного из этажей. Также существует понятие "живучести", которое относится к способности конструкций, каркасов, технических устройств далее осуществлять свои основные функции, невзирая на случившиеся изменения.

Катастрофические состояния, которые могут вызвать прогрессивное разрушение, бывают как природного происхождения (ураганы, землетрясения, оползни, наводнения), так и обусловленные деятельностью человека. Примеры последних случаев включают в себя:

1. Серьезные повреждения под воздействием взрывных ударов, терактов, наездов транспорта и ошибок в проектировании и выполнении работ;
2. Нарушение правил эксплуатации и перегрузка несущих частей конструкции;
3. Утечки на внутренних и наружных трубопроводах, вызывающие размыв основания и грунтов;
4. Повреждение конструкций, вызывающих значительное снижение устойчивости материалов, строительных изъянов и коррозии различных частей конструкции.

Из-за постоянного риска возникновения прогрессирующего разрушения, значение разработки точных расчётных схем в проектировании и поиска надёжных и экономически эффективных методов конструктивного упрочнения несущих стен зданий увеличивается. Поэтому особенно важно формирование чёткой законодательной базы в сфере проектирования и строительства по предупреждению прогрессирующего обрушения.

Важным вопросом, с которым соприкасается законодательство РФ в сфере строительства является отсутствие нормативных протоколов, которые регулируют последовательность проектирования зданий и утверждают правила к расчету несущих стен и составляющие каркасов и сооружений.

С начала июля 2015 года введены новые требования для расчёта прогрессивного разрушения жилых и общественных зданий. Но до сегодняшнего дня не было распорядено чётких правил для выполнения данных расчётов. Не сформированы правила определения



количества разрушаемых несущих элементов, которые были оптимальными и удовлетворительными. С начала 2000-ых годов, МНИИТЭП и НИИЖБ разработали некоторые рекомендации по проектированию, однако к 2023 году они так и не были признаны всеми необходимыми в соответствии с законодательством [2].

Существующие нормативные положения устанавливают требование проведения оценки стойкости конструкций основных несущих элементов железобетонных монолитных каркасов, однако эти здания не содержат созданных и проверенных методологических инструкций, кроме общих рекомендаций, основанных на применении сертифицированных в Российской Федерации программных комплексов, которые применяют метод конечных элементов. В таких программных продуктах имеется встроенный модуль, позволяющий выполнить расчет на прогрессирующее разрушение, однако пока нет официального подтверждения и результаты требуют дополнительного исследования. Компании-разработчики таких сайтов, как Лира и SCAD, предлагают свои алгоритмы расчета на нарастающее разрушение, но данные нормативы в итоге не подтверждены на официальном уровне.

Значительный дефицит нормативной базы проявляется и в области методологии расчетов стальных конструкций зданий. Актуальные присутствующие нормативные элементы [3;4] устанавливают правила только для большепролетных сооружений. Рекомендации относительно укрепления конструкций и предотвращения катастрофических обрушений заключаются в следующем [5]:

1. Устойчивость несущего каркаса здания под воздействием возможных аварийных ситуаций (пожар, взрыв газа в жилых домах, осадка основания);
2. Устойчивость сопряженных конструкции, которые несут нагрузку, при повреждениях элементов каркаса. Данные повреждения не должны являться причиной обрушения всего сооружения;
3. Конструктивная система каркаса при локальных повреждениях должна сохранять устойчивость для эвакуации людей в процессе ограниченного периода;
4. Определение степени устойчивости здания к прогрессирующему обрушению в процессе расчета при проектировании, учет возможных локальных разрушений несущих частей строения и комбинации внешних нагрузок;
5. Использование коэффициентов надежности в целях повышения характеристик строительных материалов и элементов для учета особенностей и рисков.

Численное моделирование и программы для расчетов предоставляют возможность осуществить анализ параметров прочности каркаса в момент увеличивающегося обрушения, в том числе сопоставить некоторые потенциальные прогнозы разрушения для того, чтобы определить самые восприимчивые элементы здания. Для того, чтобы определить степень сопротивления каркаса, нарастающему обрушению, применяются методологии:

1. Дающие возможность создавать нестандартные способы передачи усилий при появлении местного нарушения отдельных частей каркаса;
2. Ориентированные на поддержку общности каркаса путем формирования минимального количества сцепных связей (например, метод связевых усилий);
3. Базирующиеся на проектировании структурной системы, подвергающейся сильному повреждению от нагрузки, действующей на ее каркас. (например, АТ-метод или методика альтернативных траекторий) [2].

Подводя итоги, отмечают следующее. Многие чрезвычайные ситуации не случаются из-за отдельных причин, а возникают в результате сочетания нескольких факторов, при этом каждая из этих причин по отдельности может быть незначительной. На данный момент отсутствует четкая документация, которая бы определяла необходимость и содержание расчета. Для оценки стойкости зданий при прогрессирующем обрушении можно использовать специальные расчетные программы, с которыми можно узнать на сколько конструкция устойчива. Основные нормативы, которые существуют в настоящее время, направлены на обеспечение безопасности людей и возможность своевременной эвакуации, а не на предотвращение сильных обвалов.



Список литературы:

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Изменение 2. 2016. – [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/13673/>
2. Андросова Н.Б., Ветрова О.А. Анализ исследований и требований по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в законодательнонормативных документах России и странахЕвросоюза//Безопасность зданий и сооружений.2019.vol.1.Р.86-96
3. МДС 20-2.2008. Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях / - М.: ФГУП «НИЦ «Строительство». 2008. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://docs.cntd.ru/document/1200064583>
4. СТО 36554501-024-2010. Обеспечение безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях. 2010. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://docs.cntd.ru/document/1200084724>
5. ФЗ-384. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. 2009. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/1241/>

