

Сахайдак Александру Михайлович

студент, кафедра строительного производства,

Тюменский Индустриальный университет,

РФ, г. Тюмень

E-mail: sahaidacalex72.rus@gmail.com

Аристархов Александр Валерьевич

магистрант, кафедра строительного производства,

Тюменский Индустриальный университет,

РФ, г. Тюмень

E-mail: aristarhov.aleks2015@yandex.ru

ПРОЦЕСС ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ, ПРОТИВОДЕЙСТВУЮЩИХ ЕМУ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы обеспечения пространственной жесткости каркаса высотных зданий, с учетом прогрессирующих факторов обрушения. Дается оценка технологических регламентов и параметров возведения зданий на этапе проектирования. Проводится анализ нормативной документации по требованиям к надежности и безопасности строительных конструкций. В результате анализа предлагаются рекомендации по противодействию разрушающих факторов прогрессивного обрушения высотных зданий.

Ключевые слова: высотное строительство, безопасность, надежность, прогрессивное обрушение, коэффициент надежности.

Annotation. The article discusses the problems of ensuring the spatial rigidity of the frame of high-rise buildings, taking into account the progressive factors of collapse. An assessment of the technological regulations and parameters of the construction of buildings at the design stage is given. The analysis of regulatory documentation on the requirements for reliability and safety of building structures is carried out. As a result of the analysis, recommendations are proposed to counteract the destructive factors of the progressive collapse of high-rise buildings.

Keywords: high-rise construction, safety, reliability, progressive collapse, reliability coefficient.

В современном мире все больше развивается проектирование многоэтажных зданий. В основном это связано с тем, что плотность застройки больших городов с годами увеличивается, и необходим более разумный метод выделения и использования земли в соответствии с современными стандартами. Из-за высоких цен на территорию финансовая часть очень важна [1]. Когда застройщик планирует выделять свои ресурсы на возведение объекта, разумно купить меньшую потенциальную территорию участка учитывая озеленения. В свою очередь влияние на строительство оказывает и следование мировым тенденциям современной архитектуры, построенной на конструктивизме форм и объемов, актуальной с начала 1990 годов и по сегодняшний день [2]. Застройщики по всему миру стремятся не только к созданию красивых и функциональных зданий, но и к обеспечению их устойчивости, энергоэффективности и социальной значимости, что делает их конкурентоспособными на рынке.

Строительство высотных зданий, несмотря на свои преимущества связано с множеством сложностей и рисков. Высотные здания требуют тщательного проектирования и учета множества факторов. несмотря на теоретические знания и опыт, накопленный в строительстве высотных зданий, практика показывает, что необходимо продолжать исследовать и развивать методы и технологии, чтобы минимизировать риски и обеспечить безопасность эксплуатации таких объектов.

Прогрессирующее обрушение является серьезной угрозой для высотных зданий [3] и требует особого внимания как на этапе проектирования, так и в процессе эксплуатации. комплексный подход к проектированию, строительству и эксплуатации высотных зданий, включая внимание к человеческому фактору и использование современных технологий, может существенно снизить вероятность прогрессирующего обрушения и повысить безопасность таких объектов [4].

Изучение событий теракта 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке, когда в результате столкновения с авиалайнером обрушились «башни-близнецы», дало

важные уроки для архитекторов, инженеров и специалистов по безопасности в изучении прогрессирующего разрушения [5]. Оно подчеркнуло необходимость:

- учет возможных сценариев чрезвычайных ситуаций при проектировании зданий, включая потенциальные теракты и пожары;

- улучшение систем противопожарной защиты и повышения огнестойкости конструкций;

- разработку более жестких стандартов безопасности для высотных зданий.

Обеспечение пространственной жесткости и боковой устойчивости высотных зданий является ключевым аспектом их проектирования, особенно в контексте противодействия прогрессирующему обрушению [6]. Обеспечение пространственной жесткости и боковой устойчивости высотных зданий является сложной задачей, требующей комплексного подхода [7]. Использование различных конструктивных элементов и систем, а также тщательный анализ условий строительства, позволяют создавать безопасные и устойчивые здания, способные противостоять внешним нагрузкам и минимизировать риск прогрессирующего обрушения.

Создание эффективной формы здания, учитывающей аэродинамические воздействия, является важным аспектом проектирования высотных конструкций. Использование обтекаемых форм, таких как эллипсы, цилиндры, пирамиды и конусы, способствует повышению устойчивости зданий и снижению негативного влияния внешних нагрузок. Это, в свою очередь, позволяет обеспечить безопасность и долговечность конструкций, а также создать эстетически привлекательные архитектурные решения [8].

В соответствии с ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения», высотные здания относятся к сооружениям класса КС-3, что подразумевает высокий уровень ответственности. Это означает, что к таким зданиям предъявляются повышенные требования к надежности и безопасности конструкций.

При проектировании высотных зданий, особенно тех, которые превышают 250 метров в высоту, используются повышенные значения коэффициентов надежности [9]:

- $\gamma_n = 1.1$ — для зданий высотой до 250 метров;

- $\gamma_n = 1.2$ — для зданий высотой более 250 метров.

Эти коэффициенты учитывают различные факторы, влияющие на надежность конструкций, такие как:

1. Нагрузки и воздействия: Высотные здания подвержены воздействию ветра, сейсмическим нагрузкам, температурным деформациям и другим факторам, которые могут значительно влиять на их устойчивость и долговечность.

2. Материалы и технологии: Использование современных строительных материалов и технологий также требует учета в проектировании, чтобы обеспечить необходимый уровень надежности.

3. Проектирование и строительство: Процесс проектирования должен включать детальный анализ и расчет всех возможных сценариев, а также строгий контроль за качеством выполнения строительных работ.

Таким образом, соблюдение этих требований и использование соответствующих коэффициентов надежности являются ключевыми для обеспечения безопасности и долговечности высотных зданий.

Соблюдение требований по пожарной безопасности, включая мероприятия по повышению огнестойкости конструкций и систем противопожарной защиты, является критически важным аспектом проектирования и эксплуатации высотных зданий. Это поможет минимизировать риски и обеспечить безопасность людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

В современных высотных зданиях критически важным аспектом является обеспечение их устойчивости и безопасности. Для уменьшения или исключения возможности прогрессирующего обрушения необходимо учитывать множество факторов, как внешних (например, воздействие ветра, землетрясений, взрывов),

так и внутренних (например, ошибки в проектировании, несанкционированные изменения в конструкции) [10].

Для этого рекомендуется:

1. Анализ работы элементов конструкций: Регулярное проведение расчетов и анализов на прочность и устойчивость всех элементов здания. Это позволит выявить потенциальные слабые места и своевременно их укрепить.

2. Моделирование ситуаций: Использование компьютерного моделирования для оценки поведения здания в различных экстремальных ситуациях. Это может включать как статические, так и динамические нагрузки.

3. Разработка архитектурно-конструктивных схем: Исследование различных архитектурных решений и конструктивных схем. Это позволит выбрать наиболее оптимальные и надежные варианты, которые обеспечат устойчивость здания к внешним воздействиям.

4. Проведение многовариантных расчетов: Выполнение расчетов для различных сценариев, включая наихудшие условия. Это поможет определить, как различные факторы могут повлиять на устойчивость здания.

5. Учет современных технологий и материалов: Применение новых строительных технологий и материалов, которые могут повысить прочность и устойчивость конструкции.

6. Системы мониторинга: Внедрение систем мониторинга состояния здания, которые позволят отслеживать изменения в его состоянии в реальном времени и оперативно реагировать на возможные угрозы.

Эти меры помогут не только повысить безопасность высотных зданий, но и продлить срок их службы, обеспечивая комфорт и безопасность для жителей и пользователей.

Список литературы:

1. Карамышева А.А., Аракелян А.А., Иванов Н.В., Коняхин В.О., Гранкина Д.В., Обеспечение устойчивости высотных уникальных зданий.

Архитектурно-планировочные и конструктивные решения // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5248.

2. Кавтарадзе С.Ю. Анатомия архитектуры. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2018. 440 с.

3. Гранкина Д.В., Иванов Н.В., Коняхин В.О., Современные конструктивные решения высотных зданий на примере строительства Лахта Центра // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5290.

4. Белостоцкий А.М., Павлов А.С., Расчеты на устойчивость против прогрессирующего обрушения. Зачем, как и «что потом»? // Высотные здания, № 5-6, октябрь-январь, 2014-2015. с.116.

5. Ройтман, В. М. "О механизме прогрессирующего обрушения высотного здания ВТЦ-7 во время событий 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке." Пожаровзрывобезопасность, 24.10 (2015). с.39-40

6. Закиева Н.И., Шахиев А.Д., Евлахова Е.Ю., Практика применения оболочковой конструктивной системы при строительстве высотных зданий // Инженерный вестник Дона, 2019, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5455.

7. Schueller, Wolfgang. High-rise building structures. John Wiley & Sons, 1977. 274 p.

8. Shumeyko V. The support systems of unique high-rise buildings. MATEC Web of Conferences 2017. Vol. 106, p. 02026. EDP Sciences.

9. Добромыслов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. М.: АСВ, 2004. 51 с.

10. Лепешкина Д.О. Прогессирующее обрушение зданий и сооружений // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. LXI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(60). URL: [sibac.info/archive/technic/1\(60\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/1(60).pdf) (дата обращения: 25.05.2019).