

УДК 699.841

К ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ



THE PROBLEM OF ENSURING SEISMIC RESISTANCE OF HIGH-RISE BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Сорокина Елена Николаевна

кандидат педагогических наук,
доцент,
доцент кафедры строительных конструкций,
Кубанский государственный технологический университет

Шакиров Александр Александрович

студент,
Кубанский государственный технологический университет

Шкодин Артем Алексеевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
sashahfhgk@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные проблемы проектирования и строительства высотных зданий и сооружений в условиях повышенной сейсмической активности.

Ключевые слова: землетрясения, сейсмостойкое строительство, прогноз, магнитуда, интенсивность, высотное здание, сейсмозащита.

Sorokina Elena Nikolaevna

Candidate of Pedagogical Sciences,
Assistant Professor,
Associate Professor of the Department
of Building Structures,
Kuban State Technological University

Shakirov Alexander Alexandrovich

Student,
Kuban State Technological University

Shkodin Artem Alekseevich

Student,
Kuban State Technological University
sashahfhgk@gmail.com

Annotation. This article discusses the main problems of design and construction of high-rise buildings and structures in conditions of increased seismic activity.

Keywords: earthquakes, seismic-resistant construction, forecast, magnitude, intensity, high-rise building, seismic protection.

Проблема возведения зданий и сооружений в районах с повышенной сейсмической активностью до сих пор остается на первом месте. Одним из главных вопросов является обеспечение прочности, стабильности, жесткости и надежности зданий и сооружений, подвергающихся такому типу специфических нагрузок [1].

Система антисейсмической защиты должна обеспечивать сейсмостойкость уже существующих зданий, новостроящихся зданий, которые находятся на площадках с повышенной сейсмичностью, сейсмичность которых на последних картах сейсмического районирования повышена на один-два балла, также предсказывать поведение зданий и конструкций во время землетрясений различной интенсивности. Однако, на практике, здания могут разрушаться во время землетрясений повышенной интенсивности, даже если они построены в соответствии с нормами и правилами строительства. Анализ результатов землетрясений последних лет показал, что одни типы зданий (каркасные) не обладают достаточной сейсмостойкостью, в то время как другие (панельные, моноблочные) обладают высокоуровневой сейсмостойкостью. [2]. Риск возникновения новых очагов землетрясений с высокой интенсивностью постоянно растет, поэтому вопрос устойчивости зданий является актуальным и важным. В настоящее время меняется сама архитектура и технологии строительства: строятся сложные и эстетически привлекательные по своей структуре и размеру здания повышенной этажности, массивные зрелищные сооружения с широким использованием нововведений среди пространственных покрытий, здания и сооружения стратегического назначения и др., которые в свою очередь нуждаются в особой сейсмической безопасности. При строительстве современных сейсмостойких зданий и сооружений возникает множество проблем, из которых можно выделить следующие:

1. Неточность и ненадежность сейсмических прогнозов обусловлена сложностью природы сейсмической активности, которая еще недостаточно изучена, несмотря на значительный прогресс мировой и национальной сейсмологии. Землетрясения могут происходить с интенсивностью, превышающей прогнозируемую картами общего сейсмического районирования. Это связано с тем, что сейсмичность является резуль-

татом деформаций верхней, преимущественно хрупкой, части литосферы. Она отражает процесс образования очага землетрясения, который является результатом движений и деформаций определенного объема литосферы и резких подвижек в области разрыва. Магнитуда землетрясения пропорциональна скорости деформации, размерам области напряжения, мощности деформированного слоя, размеру структур, глубине очага и другим параметрам. Важным моментом является то, что магнитуда землетрясения прямо пропорциональна интенсивности тектонических процессов в литосфере. Таким образом, максимальная зарегистрированная магнитуда землетрясения в определенном регионе может рассматриваться как одна из комплексных физических характеристик динамики литосферы в виде его сейсмического потенциала [3].

2. В данный момент критерии сейсмостойкого строительства еще недостаточно развиты в зависимости от возможных сейсмических явлений повышенной интенсивности, геологических и грунтовых условий, назначения здания, необходимой системы сейсмической защиты, системы сейсмической изоляции здания, правовых и юридических норм и т.д.

В стандартах проектирования и оценки сейсмической устойчивости существующих зданий, при подготовке рекомендаций по усилению сейсмической устойчивости поврежденных во время землетрясения зданий, при оценке эффективности системы сейсмической защиты должны быть четко определены критерии сейсмоустойчивости. [5].

3. Теория сейсмической устойчивости зданий и сооружений нуждается в дальнейшем развитии, разработке новых моделей и вычислительных схем зданий, использовании современных электронно-вычислительных машин [6]. Например, общепринятая вычислительная модель зданий в форме консольного стержня, используемая для всех конструкций без исключения, независимо от их размера, является несовершенной. Анализ последствий разрушительных землетрясений последнего десятилетия ставит перед исследователями задачу усовершенствования принятых моделей, путем учета новых факторов, оказывающих влияние на прочность объекта. Например, недооценена роль перекрытий в усилении сейсмической устойчивости здания, в то время как анализ повреждений зданий указывает на значительную роль перекрытий.

Сейсмостойкость является ключевым аспектом, который должен быть учтен при возведении здания или сооружения в районе, подверженном частым подземным толчкам. При этом, при проектировании высотных зданий, нужно принимать во внимание возможность землетрясения, даже если вероятность его возникновения низка. Важно отметить, что воздействие сейсмических сил на нижние и верхние уровни здания отличается. К примеру, анализ сейсмограмм в Москве, проведенный в 1977 и 1986 годах, показал, что подземные толчки до 4 баллов у поверхности земли вызывают на верхних уровнях эффекты, соответствующие воздействию силой 6-7 баллов и более [7].

На сегодняшний день как в России, так и во многих зарубежных государствах сформировались два кардинально разных подхода к усилению сейсмической устойчивости зданий и конструкций: традиционный и специальный (нетрадиционный).

При проектировании сейсмостойких сооружений обязательно должны соблюдаться принципы, включенные в актуальные нормативные документы:

1. Принцип гармонии. Геометрические величины здания должны быть разумно согласованными, а его высота или длина должны быть соразмерны, не будучи чрезмерно большими.

2. Принцип эластичности и податливости. Строительные материалы для несущих и элементов, выполняющих ограждающие функции должны иметь упругие свойства, материалы, из которых они изготовлены должны быть гибкими и однородными.

3. Принцип симметрии. Сейсмические массы и жесткости должны быть распределены равномерно и симметрично вокруг центра тяжести сооружения.

4. Принцип снижения массы. Сооружение следует проектировать с использованием легких материалов с центром тяжести на минимальной возможной высоте, чтобы снизить общую массу.

5. Принцип замкнутого контура. Несущие конструкции должны образовывать замкнутые контуры в вертикальных и горизонтальных направлениях.

6. Принцип фундаментальности. Фундаменты должны закладываться на значительную глубину, исключая жесткую связь между фундаментом и структурой путем применения вяжущего материала с пластическими свойствами [4].

Улучшение несущей способности зданий посредством простого увеличения прочности приводит к дополнительному расходу строительных материалов и финансовых средств. Более того, подобные действия вызывают увеличение массы и, следовательно, увеличение инерционных и сейсмических нагрузок [8].

В наши дни вопрос обеспечения сейсмостойкости строительных объектов является крайне актуальным как для Российской Федерации, так и для мирового сообщества в целом. Для достижения данной цели активно применяются системы пассивной и активной сейсмоизоляции, а также используются различные типы сейсмоизолирующих и демпфирующих устройств, выбор которых осуществляется специалистами на этапе проектирования и зависит от конструктивных особенностей объекта, его назначения, вида строительства (новостройка, реконструкция или усиление), а также сейсмологических и грунтовых характеристик участка.

Литература

1. Джинчвелашвили Г.А., Колесников А.В. Расчет каркасных зданий на сейсмические воздействия с учетом развития неупругих деформаций // Вестник ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко «Исследования по теории сооружений». – 2009. – № 1(XXVI). – М., 2009. – С. 194–200.
2. Конструктивная сейсмобезопасность зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях : препринт / Под ред. Н.П. Абовского. – Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2009. – 186 с.
3. Сальников А.А. Некоторые аспекты проектирования и строительства сейсмостойких высотных зданий / А.А. Сальников, Д.А. Шашин // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум».
4. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81.
5. Абовский Н.П. Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах: научное издание. – Красноярск : КрасГАСА, 2004. – 241 с.
6. Абовский Н.П. Пространственные фундаментные платформы // Сборник научных работ. Красноярск : КрасГАСА, 2006. – 187 с.
7. Сейсмостойкое строительство // Безопасность сооружений. – 2002. – № 1.
8. Зыбин И.К. Применение демпфером для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений / И.К. Зыбин, А.О. Попов, Е.Н. Сорокина // Наука. Техника. Технологии (Политехнический Вестник). – 2022. – № 4. – С. 123–128.

References

1. Jinchvelashvili G.A., Kolesnikov A.V. Calculation of frame buildings for seismic impacts taking into account the development of inelastic deformations // Bulletin of the V.A. Kucherenko TSNIISK «Research on the theory of structures». – 2009. – № 1(XXVI). – М., 2009. – P. 194–200.
2. Structural seismic safety of buildings and structures in difficult ground conditions: preprint / Edited by N.P. Abovsky. – Krasnoyarsk : Siberian Federal University, 2009. – 186 p.
3. Salnikov A.A. Some aspects of the design and construction of earthquake-resistant high-rise buildings / A.A. Salnikov, D.A. Shashin // Materials of the XI International Student Scientific Conference «Student Scientific Forum».
4. SP 14.13330.2018. Construction in seismic areas. Updated version of SNiP II-7-81.
5. Abovsky N.P. Active shaping of architectural and building structures of buildings and structures from unified building elements for construction in special ground conditions and seismic areas : scientific publication. – Krasnoyarsk : Krasgas, 2004. – 241 p.
6. Abovsky N.P. Spatial foundation platforms / N.P. Abovsky // Collection of scientific papers. – Krasnoyarsk : Krasgas, 2006. – 187 p.
7. Earthquake-resistant construction // Safety of structures. – 2002. – № 1.
8. Zybin I.K. The use of a dampers to improve the seismic resistance of buildings and structures / I.K. Zybin, A.O. Popov, E.N. Sorokina // Science. Engineering. Technology (Polytechnical bulletin). – 2022. – № 4. – P. 123–128.