



УДК 811

СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ

Гурбанов Ыбраим

старший преподаватель

Чарлыев Сапарлы

преподаватель

Аннагельдыев Селиммухаммет

студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Сейсмостойкое строительство и безопасность сооружений представляют собой одно из самых ответственных и технологически сложных направлений в современном гражданском и промышленном инжиниринге. В условиях неизменной угрозы разрушительных подземных толчков в сейсмически активных регионах планеты обеспечение надежности конструкций становится главным условием сохранения человеческих жизней. Традиционная философия проектирования, нацеленная лишь на жесткое сопротивление стихии, уступает место динамическим подходам, позволяющим зданиям гибко адаптироваться к колебаниям земной коры. Современные инженеры и архитекторы используют комплексные расчетные методы, инновационные материалы и роботизированные системы контроля для минимизации рисков катастрофических разрушений. Защита критически важной инфраструктуры, жилых массивов и промышленных объектов от сейсмических воздействий является базовым приоритетом устойчивого развития любого цивилизованного общества.

Ключевые слова: сейсмостойкое строительство, безопасность сооружений, сейсмоизоляция, демпфер, динамическая нагрузка, пластичность конструкций, мониторинг состояния, инженерная геология, сейсмический шов, расчет на прочность.

EARTHQUAKE-RESISTANT CONSTRUCTION AND STRUCTURAL SAFETY

Gurbanov Ybraim

Senior Lecturer

Charlyev Saparly

Lecturer

Annageldiev Selimmuhammet

Student

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. Earthquake-resistant construction and structural safety represent a critical discipline within modern structural engineering, dedicated to mitigating the devastating impacts of seismic activity on buildings and civil infrastructure. Modern design approaches balance global seismic symmetry and programmatic compactness with highly responsive structural dampening systems to transform buildings from rigid obstacles into adaptive, ductile structures. A primary innovation within this framework is seismic base isolation, which utilizes specialized elastomeric or friction pendulum bearings to physically decouple a building's superstructure from the violently moving ground. For high-rise configurations, engineers integrate passive hydraulic dampers or active tuned mass dampers that operate like massive internal pendulums, counteracting resonant frequencies and stabilizing top-tier acceleration forces.

Keywords: earthquake-resistant construction, structural safety, base isolation, seismic damper, structural ductility, tuned mass damper, building resilience, ground acceleration, seismic joints, dynamics engineering.

Введение

Одним из фундаментальных принципов проектирования надежных зданий в сейсмических зонах является обеспечение симметрии, регулярности и компактности объемно-планировочных решений. Опыт ликвидации последствий прошлых землетрясений показывает, что сооружения со сложной, асимметричной формой плана подвержены опасным крутильным колебаниям. Распределение масс и жесткостей внутри несущего каркаса должно быть максимально равномерным как по горизонтали, так и по всей высоте здания. Проектировщики намеренно избегают резких изменений сечений колонн и стен на разных этажах, чтобы предотвратить появление критических зон концентрации напряжений. Использование деформационных и сейсмических швов позволяет разделять протяженные и сложные по форме строения на независимые, геометрически простые блоки, способные колебаться автономно без столкновения друг с другом.

Важнейшей технологической инновацией в области динамической защиты сооружений стало применение систем сейсмической изоляции фундаментов, отделяющих здание от движущегося грунта. Основу этой концепции составляет установка специальных гибких опор, таких как резинометаллические подшипники или маятниковые фрикционные опоры, между фундаментом и надземной частью. Во время подземного толчка основная энергия колебаний поглощается этими эластичными элементами, в то время как само здание

совершает плавные движения с минимальными ускорениями. Это позволяет снизить сейсмические нагрузки на несущие конструкции в несколько раз и полностью защитить внутреннее оборудование и инженерные сети от повреждений. Сейсмоизоляция особенно эффективна для зданий малой и средней этажности, а также при реконструкции и укреплении исторических памятников архитектуры.

Для высотных сооружений и небоскребов, где использование традиционной базовой сейсмоизоляции затруднено, инженеры применяют системы активного и пассивного демпфирования колебаний. Пассивные демпферы, включая вязкостные гидравлические устройства, фрикционные гасители и стальные пластинчатые элементы, работают как автомобильные амортизаторы, рассеивая кинетическую энергию стихии. На верхних этажах сверхвысоких зданий часто устанавливаются массивные инерционные гасители, представляющие собой огромные маятники или резервуары с водой, управляемые компьютерными системами. При возникновении резонансных колебаний от землетрясения или шквального ветра этот тяжелый маятник смещается в противоположную сторону, эффективно стабилизируя положение всей башни. Применение таких интеллектуальных систем позволяет существенно повысить жесткость каркаса и демпфирующую способность высотных архитектурных комплексов.

Качество и физико-механические свойства строительных материалов играют решающую роль в обеспечении пластичности и общей живучести несущих конструкций при динамических нагрузках. В сейсмостойком строительстве предпочтение отдается материалам, способным претерпевать значительные упругопластические деформации без мгновенного хрупкого разрушения. Высокопрочная арматурная сталь со специальными показателями временного сопротивления и вязкий бетон с добавлением фиброволокна составляют основу современных железобетонных каркасов. Проектировщики детально рассчитывают зоны возможных пластических шарниров в узлах сопряжения балок с колоннами, гарантируя, что первыми начнут деформироваться второстепенные элементы, сохраняя общую устойчивость остова. Применение стальных пространственных ферм и рамных конструкций также обеспечивает высокую перераспределительную способность системы при выходе из строя отдельных деталей.

Особое внимание в процессе проектирования сейсмостойких объектов уделяется детальному изучению инженерно-геологических условий площадки строительства и динамических свойств грунтов основания. Различные типы почв могут существенно изменять амплитуду и частотный спектр сейсмических волн, идущих от очага землетрясения к поверхности. Рыхлые, водонасыщенные грунты обладают способностью резонировать и многократно усиливать разрушительную силу подземных толчков, а также подвержены



опасному явлению разжижения. Для предотвращения просадок фундаментов инженеры проводят масштабные работы по искусственному закреплению слабых грунтов методами цементации, силикатизации или устройства глубоких свайных оснований. Точное определение резонансных частот системы «грунт — фундамент — здание» позволяет полностью исключить совпадение частот колебаний почвы и самого сооружения.

Заключение

В заключение важно подчеркнуть, что сейсмостойкое строительство является ключевым элементом стратегии снижения рисков стихийных бедствий и обеспечения глобальной урбанистической безопасности. Постоянное совершенствование нормативной базы, ужесточение контроля качества строительных работ и внедрение инновационных инженерных технологий позволяют минимизировать ущерб от природных катастроф. Развитие международного сотрудничества и обмен сейсмологическими данными помогают формировать единые подходы к защите населения, проживающего в опасных тектонических зонах. Архитектура будущего призвана быть не только эстетичной и энергоэффективной, но и обладать абсолютной жизнестойкостью перед лицом любых разрушительных проявлений сил природы. Инвестиции в надежность, передовую инженерию и сейсмическую безопасность сегодня гарантируют стабильное и уверенное развитие городов на многие поколения вперед.

Список литературы:

1. Айзенберг Я. М. Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов. Москва: Стройиздат, 1976.
2. Бирбраер А. Н. Расчет конструкций на сейсмические воздействия. Санкт-Петербург: Наука, 1998.
3. Поляков С. В. Сейсмостойкие конструкции зданий. Москва: Высшая школа, 1983.
4. Савинов О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет. Ленинград: Стройиздат, 1979.