

УДК 69.07

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ТЕМПЕРАТУРНЫХ И АНТИСЕЙСМИЧЕСКИХ ШВОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ



FEATURES OF THE DEVICE OF TEMPERATURE AND ANTISEISMIC SEAMS IN THE CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

Замаруева Ирина Валерьевна

студент,
Кубанский государственный технологический университет
ira.zamarueva@yandex.ru

Леонова Анна Николаевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры строительных конструкций
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности применяемых мер по защите высотных зданий от температурных и сейсмических воздействий, а также освещается проблема развития сейсмостойкого строительства в России.

Ключевые слова: высотные здания, устройство деформационных швов, проектирование в сейсмических районах.

Zamarueva Irina Valerievna

Student,
Kuban State Technological University
ira.zamarueva@yandex.ru

Leonova Anna Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Building Structures
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. This article discusses the features of the measures used to protect high-rise buildings from temperature and seismic influences, and also highlights the problem of the development of earthquake-resistant construction in Russia.

Keywords: high-rise buildings, construction of deformation joints, design in seismic areas.

1 Введение

В настоящее время в современных и развивающихся городах все большее распространение получают высотные жилые и административные здания вследствие роста населения в городе, недостатка земельных участков и их высокой стоимости. В крупных республиканских центрах России высота жилых зданий может составлять до 25–30 этажей, и выше 30 – зданий административных.

Главным материалом для возведения несущего остова высотных зданий является монолитный железобетон. На основе железобетонного каркаса созданы многие известные небоскребы, в том числе и мировые рекордсмены – башня «Бурдж-Халифа» в Дубае высотой 828 м и высотки нефтяного концерна Петронас в Малайзии (высота 432 м).

Увеличение высоты зданий приводит к возрастанию воздействия таких факторов как: ветровая нагрузка, неравномерная осадка фундаментов, низкая устойчивость при землетрясениях и др. Кроме того, при проектировании высотных зданий возникает необходимость учета температурных воздействий.

Действие этих сил становится причиной появления концентраций напряжений и деформаций в наиболее слабых местах, которые могут привести к нарушению несущей способности конструкций или потери ими эксплуатационных качеств.

Для предупреждения появления повреждений в зданиях осуществляется устройство деформационных швов, разрезающих здания на отдельные отсеки, для восприятия возникающих в конструкциях усилий.

2. Температурные швы

Элементы здания находятся в постоянном движении под воздействием циклических изменений их объема. Для компенсации изменений размеров элементов вследствие влияния колебания температур наружного воздуха устраиваются температурные швы, разделяющие здание на блоки.

С точки зрения воздействия температур здание можно разделить на подземную и наземную части. Подземная, находящаяся ниже уровня земли, часть изолирована грунтом от атмосферного воздуха, поэтому на ней не сказывается влияние температурного воздействия.

В наземной части действует температурная нагрузка в двух направлениях – горизонтальном и вертикальном. Воздействия в горизонтальном направлении находятся в допустимых пределах, когда здание разделено температурными швами на отдельные части, и система, обеспечивающая устойчивость выполнена таким образом, что от горизонтальной температурной нагрузки в ней не возникают значительные напряжения или перемещения.

Вертикальные температурные воздействия, оказывающие влияние на открытые железобетонные вертикальные элементы, такие, как колонны или стены жесткости, в конструкциях высотных зданий могут вызывать изменения, достигающие 2,5 см и более. Поэтому примыкающие к этим элементам перекрытия и перегородки должны проектироваться соответствующим образом для восприятия таких перемещений.

Длина строительного элемента, которая характеризует протяженность деформационных комплексов, регулируется в зависимости от величины перемещения и характера деформации. Если элемент подвержен значительным температурным изменениям, то длина температурных блоков уменьшается.

Расстояние между температурными деформационными швами в крышах зависит от теплоизоляции конструкции. Оно находится в пределах от 45 до 75 м, причем меньшее значение соответствует случаю, когда отсутствует теплоизоляция с внешней стороны бетонной конструкции.

Так как изменения объема конструкции зависят прежде всего от перепада температур в летний и зимний периоды, во избежание возникновения или уменьшения неблагоприятных деформаций необходимо искусственно уменьшить перепад температур.

У любой конструкции, находящейся непосредственно на открытом воздухе, температура поверхности равна температуре воздуха. При определенных условиях нормальная температура повышается по причине интенсивности солнечного излучения, которая зависит от положения элемента, поверхностной отделки, цвета элемента, возможно, от размещения теплоизоляции.

В ходе исследований измерений, проведенных на высотных зданиях в Берлине, было выяснено, что прямые солнечные лучи нагревают темную поверхность крыши до 90 °С. Исходя из этого, конструкции, ориентированные на прямое попадание солнечных лучей, намного больше нагреваются, особенно в летнее время. Зимой же предполагается, что температура темной крыши на 2 °С выше температуры наружного воздуха. Точно так же отделка поверхности стен и конструкций, включая их окраску, оказывает существенное влияние на повышение температуры поверхности.

Также измерением установлено, что гладкие и жесткие поверхности отражают до 60 % солнечных лучей и температура их поверхности не достигает 48 °С. Шероховатые и пористые материалы, наоборот, поглощают такое же количество тепла, что и поверхности, окрашенные в черный цвет.

Таким образом, изменяя материал и цвет облицовки фасада, положение и толщину теплоизоляции в конструкции наружной стены возможно добиться снижения перепада температур и, а значит, и выбрать большее расстояние между температурными швами.

Ширина температурных швов теоретически обусловлена свободным движением обеих разделенных частей здания. Для точного расчета ширины этих швов необходимо знать максимальный перепад годовых температур со дня начала возведения здания, коэффициент теплового расширения отдельных материалов, степень усадки бетона в процессе твердения, расстояние между температурными швами и степень пластичности материалов заполнения швов.

В результате теплового расширения конструкции ширина шва достигает минимальных значений при максимальных температурах. Следовательно, ширину швов для зданий, возводимых в зимний период, пропорционально увеличивают по сравнению со зданиями, возводимыми в летнее время. Ширина швов в обычных условиях принимается равной 1–2,5 см.

3. Антисейсмические швы

Ежегодно насчитываются сотни тысяч регистрируемых на земном шаре землетрясений. Именно поэтому сегодня проблема сейсмостойкости, иными словами, устойчивости к землетрясениям зданий и сооружений является более чем актуальной для множества стран.

По сравнению с другими странами мира, территория Российской Федерации в целом характеризуется умеренной сейсмичностью. Исключение составляют регионы Северного Кавказа, юга Сибири и Дальнего Востока, где интенсивность сейсмических сотрясений достигает 8–10 баллов по 12-балльной сейсмической шкале. Определенную угрозу представляют и 6–7 – балльные зоны в густозаселенной Европейской части России.

Таким образом, около 25 % территории Российской Федерации занимают районы с повышенной сейсмической опасностью от 7 и более баллов по шкале МСК-64. Поэтому 28 июля 2017 года был утвержден состав Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, который занимается разработкой нормативно-технических документов.

Вследствие невозможности полностью исключить влияние землетрясений на сооружение, сегодня подход в решении сейсмического вопроса сводится к проектированию зданий, препятствующих абсолютному разрушению или серьезным повреждениям отдельных его частей, и предложению мероприятий по уменьшению локальных повреждений.

Проектирование зданий и сооружений в сейсмически опасных районах осуществляется при соблюдении определенных принципов сейсмостойкого строительства, в соответствии с которыми все используемые строительные материалы, конструкции и конструктивные схемы должны обеспечивать наименьшее значение сейсмических нагрузок.

Рекомендуется при проектировании принимать, как правило, симметричные конструктивные схемы и добиваться равномерного распределения жесткостей конструкций и масс.

При строительстве высотных зданий весьма важной является жесткость, для чего каждое из этих зданий должно иметь так называемое ядро жесткости. В центре объекта возводится жесткий пространственный стержень из монолитного железобетона, занимающий около 30 % площади каждого этажа. Именно эта конструкция и удерживает высотное здание во время сильных ветров, осадков и колебаний основания. Их отличительной чертой является фундамент глубокого заложения.

Фундаменту во время строительства высотного сейсмоустойчивого здания придается особое значение. В связи с этим используется методика применения сейсмоизолирующих «подушек» из бетона и полимерных материалов, при которой возникнет эффект скольжения по ним здания во время землетрясения.

Помимо ядра жесткости важное значение на сейсмостойкость оказывают междуэтажные перекрытия и покрытие, работающие как диафрагмы жесткости и обеспечивающие распределение сейсмической перегрузки на вертикальные несущие конструкции.

Необходимо также отметить, что опыт строительства высотных зданий показывает, что на нижних и верхних этажах возникают разные эффекты при воздействии сейсмических нагрузок. Например, расшифровки сейсмограмм, записанных в Москве в 1977 и 1986 годах, показали, что землетрясения силой до 4 баллов на уровне поверхности земли приводят к возникновению на верхних этажах эффектов, соответствующих воздействиям силой 6, 7 и более баллов.

Существенное влияние на сейсмостойкость зданий оказывает выбор объемно-планировочных схем, их форм и габаритов. Наиболее предпочтительными формами сооружений в плане являются круг, многоугольник, квадрат и близкие им по формам очертания. Однако такие формы не всегда соответствуют требованиям планировки. Поэтому чаще всего применяется прямоугольная форма с параллельно расположенными пролетами, без перепада высот смежных пролетов.

Высотные здания сложной формы проектируются составными, состоящими из нескольких более простых по форме отсеков. Конструктивные решения отсеков во время землетрясения должны обеспечивать независимую работу каждого из них. Достигается это устройством антисейсмических швов, которые могут быть совмещены с температурными или осадочными. Антисейсмические швы осуществляются установкой парных стен, парных колонн или рам. Такие швы разделяют здание на отсеки по всей высоте, включая фундамент.

При высоте здания до 5 м ширина антисейсмического шва должна быть не менее 3 см. Для зданий большей высоты ширину шва увеличивают на 2 см на каждые 5 м высоты и принимают не менее значения прогиба двух смежных отсеков при действии сейсмической нагрузки.

При делении здания на блоки необходимо предусматривать не менее одной лестничной клетки в пределах каждого отсека между антисейсмическими швами.

Также здания, разделенные антисейсмическими швами, рекомендуется оборудовать отдельными системами отопления с отдельными вводами и тепловыми узлами. Пересечение канализационными трубопроводами деформационных и антисейсмических швов не допускается.

4. Выводы

Явления деформаций строительных конструкций достаточно серьезны и могут, если их не учесть при проектировании и не оценить их воздействие на элементы конструкции деформационных швов, привести к повреждениям в процессе эксплуатации.

При всем обилии проведенных исследований в области устройства деформационных швов данная тема остается актуальной и требует дальнейшего развития в вопросе строительства высотных зданий.

Особого внимания требует сейсмостойкое высотное строительство на территориях, которые подвержены влиянию сильных землетрясений. Так как место, время и магнитуду будущих землетрясений даже в хорошо изученных регионах в настоящее время спрогнозировать невозможно, у человечества есть только один способ обезопасить себя – развивать и совершенствовать сейсмостойкое строительство, создавать инновационные технологии и материалы.

Литература

1. Волков Ю.С. Монолитное строительство возможно даже на Луне. Зарубежный опыт строительства монолитных зданий // Строительный эксперт. – 2003. – № 14.
2. Ф. Волдржих. Деформационные швы в конструкциях наземных зданий / Пер. с чешск. – М. : Стройиздат, 1978. – 224 с.
3. Сейсмичность России [Электронный ресурс]. – URL : <https://geographyofrussia.com/sejsmichnost-rossii/>
4. Сальников А.А., Шашин Д.А. Некоторые аспекты проектирования и строительства сейсмостойких высотных зданий // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL : <https://scienceforum.ru/2020/article/2018022331>
5. Балагезьян А.А., Мальцев А.В. Особенности проектирования высотных зданий в сейсмических районах // Наука молодых – будущее России : сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах, Курск, 11–12 декабря 2018 года. – Курск : Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2018. – С. 36–39.

References

1. Volkov Y.S. Monolithic construction is possible even on the Moon. Foreign experience of construction of monolithic buildings // Stroitelny Expert. – 2003. – № 14.
2. F. Woldrich. Deformation Joints in the Structures of Aboveground Buildings / Translated from Czech. – 224 p.
3. Seismicity of Russia [Electronic resource]. – URL : <https://geographyofrussia.com/sejsmichnost-rossii/>
4. Salnikov A.A., Shashin D.A. Some Aspects of Design and Construction of Earthquake-Resistant Tall Buildings // Materials of XII International Student Scientific Conference «Student Scientific Forum». – URL : <https://scienceforum.ru/2020/article/2018022331>
5. Balaghezyan A.A., Maltsev A.V. Features of designing high-rise buildings in seismic areas // Science of young people – the future of Russia : collection of scientific articles of the 3rd International scientific conference of promising developments of young scientists: in 6 volumes, Kursk, December 11–12, 2018. – Kursk : Closed Joint-Stock Company «University Book», 2018. – P. 36–39.