Усова А.В., Бойкова А.В.

Особенности проектирования многоэтажных зданий в сейсмических районах

*Сибирский государственный индустриальный университет
(Россия, Новокузнецк)*

doi: 10.18411/lj-01-2021-68

idsp: ljournal-01-2021-68

Аннотация

В данной статье описываются основные особенности строительства и эксплуатации зданий в сейсмических районах. Представлены основные положения по проектированию зданий, методы оптимизации конструктивных решений в зоне сейсмической активности.

Ключевые слова: строительство, высотные здания, сейсмозащита, эксплуатация зданий и сооружений в сейсмически опасных районах.

Abstract

This article describes the main features of construction and operation of buildings in seismic areas. The main provisions on the design of buildings, methods of optimization of structural solutions in the zone of seismic activity are presented.

Keywords: construction, high-rise buildings, seismic protection, operation of buildings and structures in seismically dangerous areas.

Современный мегаполис невозможно представить без многоэтажных зданий, обладающие важными композиционными качествами, которые определяют силуэт города и формируют пространственную структуру городской застройки. Многоэтажные дома способствуют решению конкретных градостроительных проблем, возникающих в связи с современными представлениями об экономической пространственной композиции города.

Ценность городского многоэтажного жилья - это вместимость, возможность расположить больше жилой площади по вертикали с целью увеличения полезной площади, что особенно важно в областях, имеющих общественное значение, например, территория вблизи транспортных узлов, городских площадей.

Землетрясение – это стихийное бедствие, которое нельзя взять под контроль. Главная опасность этого природного явления заключается в разрушении зданий и сооружений, приводящее к большому количеству человеческих жертв.

По сравнению с другими странами мира, расположенными в сейсмоактивных районах, территория России характеризуется умеренной сейсмичностью. Исключение представляют территории юга Сибири и Дальнего Востока, где интенсивность сейсмических воздействий достигает 9-10 баллов. 7-балльное землетрясение вызывает трещины и другие повреждения стен зданий. В 8 баллов - серьезные повреждения и отдельные разрушения конструкций зданий и сооружений, в 9 баллов-сильные разрушения и обрушения зданий. И так строительство многоэтажных зданий является трудоемким процессом, но в сейсмических условиях еще сложнее. Помимо общих требований к высотным зданиям, добавляются требования к сейсмостойкости и высокой надежности, спроектированы так, чтобы смогли противостоять самым сильным колебаниям грунта и не обрушиться.

Самые сейсмостойкие сооружения:

- 1) из деревянного бруса, соединенные между собой вертикально;
- 2) монолитный железобетонный дом со стальным каркасом;
- 3) имеющие различные амортизаторы в фундаменте. Этот вариант считается самым сейсмостойким, но и самым дорогим, поэтому он предназначен для строительства многоэтажных зданий

При проектировании и строительстве зданий и сооружений необходимо руководствоваться такими нормативными документами, как СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», СП 31-114-2004 «Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах».

Рисунок 1 - Особенности проектирования сейсмостойких зданий

Рассмотрим характеристики, влияющие на сейсмостойкость конструкции. (Рисунок 1)

Грунтовая подушка: Так как грунт должен выдерживать нагрузку фундамента и всю конструкцию в целом, чтобы здание не просело и не рухнуло, при расчете проекта определяется оптимальная плотность почвы.

Фундамент: Хорошо построенный фундамент гарантирует, что здание простоит много лет без деформации. Чем больше этажей в здании, тем прочнее должен быть фундамент. Прочность фундамента зависит от двух основных составляющих: выбора материалов, из которых возводится фундамент, и качества выполняемых работ.

Железобетонные конструкции: Железобетон очень хорошо выдерживает нагрузки и сдвиги в грунте во время катаклизмов: бетон имеет достаточно высокий уровень прочности на сжатие, а арматура – на растяжение. Железобетонные конструкции используются для укладки фундаментов и возведения несущих колонн зданий, в ригелях и плитах перекрытий.

Антисейсмические швы: Сейсмические стыки следует выполнять путем возведения пары стен, каркаса или двойного ряда опорных колонн по всей высоте. Основная несущая конструкция каждого отдельного отсека минимизирует и деформацию во время землетрясений. Этот прием применяется, когда длина здания превышает 50 м. [2]

Лестничные клетки: Лестницы и лифтовые шахты каркасного здания должны быть размещены в виде жестких ядер, воспринимающих сейсмические нагрузки, или с поэтажной разрезкой, не влияющей на жесткость каркаса, а для зданий высотой до пяти этажей с сейсмической интенсивностью 7 и 8 баллов он может быть выполнен в виде встроенной конструкции, отделенной от каркаса.

Разработка и проверка надежных принципов многоэтажной сейсмозащиты происходит в трех направлениях:

- Инженерная сейсмология - обеспечение анализа и обобщения обобщенных и эмпирических данных о природе землетрясений для дальнейшего использования их в строительстве;

- Теория сейсмостойкости зданий и сооружений - методика расчета сейсмостойких зданий и конструирование несущих каркасов;
- Практика многоэтажного строительства – проверка соответствия теоретических и реальных сейсмических сил.

Минимизация рисков и возможных потерь достигается следующим образом:

- Благоприятные грунтовые условия и минимальная сейсмическая активность для нового строительства;
- Совершенствование существующих строительных норм и разработка новых методов расчета конструкций на сейсмические воздействия;
- Использование рациональных пространственных и конструктивных решений, эффективных материалов и конструкций;
- Обеспечение необходимого качества изготовления и монтажа;
- Сейсмоизоляция: применение специальных элементов, повышающие гибкость и периоды собственных колебаний (например, гибкие стойки)

Принцип сейсмозащиты многоэтажных зданий состоит в следующем: создается горизонтальная и вертикальная жесткость несущего остова здания, при использовании материалов, способных выдерживать сейсмические нагрузки при минимальном весе; применение различных конструктивных и технических устройств, нейтрализующих действие сейсмических сил (амортизаторов и демпферов). Отмечается, что характер возникающих усилий зависит от самого здания и его формы, размера и веса.

Методы оптимизации конструктивных решений заключаются в следующем:

- рациональное распределение материалов в конструкции многоэтажных зданий при заданной геометрической и расчетной схеме;
- Выбор пропорциональных поперечных сечений конструкции;
- Выбор оптимальной конструктивной и планировочной схем зданий и сооружений, их форм и габаритов. Наиболее предпочтительными формами сооружений в плане являются круг, многоугольник, квадрат и близкие им по формам очертания.
- Мероприятия, повышающие монолитность и прочность несущих конструкций. [1]

Рекомендуется при проектировании принять симметричную конструктивную схему и добиться равномерного распределения жесткости конструкции и масс. В зданиях и сооружениях, выполненных из сборных элементов, рекомендуется размещать стыки вне зоны максимальных усилий, необходимо обеспечить монолитность конструкции, которая обусловлена применением армированных сборных элементов.

Проектные решения, гарантирующие сейсмостойкость зданий должны включать специальное армирование фундамента и стен подвала.

В протяженных зданиях и сооружениях устраиваются сейсмические швы (в виде парных стен, колонн на общем основании). Сейсмический пояс на верхнем этаже соединен с основанием здания вертикальным усиленным выпуском арматуры. При расчетной сейсмической активности 9 баллов в месте пересечения стен здания на горизонтальном стыке укладывается армированная сетка с продольным армированием.

Высокая стойкость обеспечивается крупнопанельным строительством или с монолитными многослойными железобетонными стенами. Большое количество перегородок в контруктиве здания имеет функцию жестких связей и способно погасить волны энергии.

При строительстве высотного здания очень важно обеспечить его жесткость, не допустить возникновения деформаций. Каждое здание имеет ядро жесткости, обеспечивающее долговечность и устойчивость здания к внешним воздействиям. В центре объекта находится жесткая распорка из монолитного железобетона. Он занимает 30% площади каждого этажа. Система межэтажного перекрытия и покрытия

выполняет роль диафрагмы жесткости, обеспечивающей распределение сейсмических перегрузок в вертикальных несущих конструкциях, что оказывает существенное влияние на сейсмостойкость. [3]

1. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах
2. СП 31-114-2004 «Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмоопасных районах», Москва 2005
3. Сейсмостойкое строительство зданий. Под. ред. И. Л. Корчинского. Учеб. пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1971. 320 с
4. Чигринская Л.С. Учебное пособие: Сейсмостойкость зданий и сооружений. Ангарск: Изд-во АГТА, 2009.- 107 с.