

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НОРМИРОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Сеитов Б.М., Шабданов М.Д., Тукубаев Н.Р.

Ошский технологический университет, Ош, Кыргызстан

Аннотация: Рассмотрены вопросы исследования мировых тенденций нормирования сейсмостойкого строительства.

Ключевые слова: сейсмические воздействия, катастрофические землетрясения, зона, повреждение зданий, железобетонные перекрытия, каркасные здания.

GLOBAL TRENDS OF REGULATION EARTHQUAKE RESISTANCE OF CONSTRUCTION

Seitov B.M., Shabdanov M.D., Tukubaev N.R.

Osh University of technology, Osh, Kyrgyzstan, eaqr.info@gmail.com

Annotation: The issues of research of global trends in the regulation of earthquake-resistant construction are considered.

Key words: seismic impacts, catastrophic earthquakes, zone, damage to buildings, frame buildings, reinforced concrete floors.

В районах высокой сейсмической активностью разрушительные землетрясения интенсивностью в семь и более баллов возможны в любое время. Поскольку почти вся территория нашей Республики повреждена сейсмическим воздействием, согласно карте сейсмического районирования по интенсивности землетрясений Кыргызская Республика (1996г.) распределена следующим образом: 7-бальная зона занимает-6%, 8-бальная зона занимает-49%, 9-бальная зона занимает-45% площади нашего государства. Ежегодно сейсмостанции регистрируют до 3000 сейсмологических события, из них до 10 ощутимые и сильные. Только за последние годы несколько раз катастрофические землетрясения сотрясли наш горы и долины: Суусамырское (1992), Жаман-Даванское, Байбиче-Каратауское (1998), Чон-Кеминское (1999), Ак-Сайское (2000), Кочкорское (2006), Баткенское (2007), Нура Ошской области (2008). Следовательно, для снижения безопасности сейсмического риска и повышения надежности жизнедеятельности людей нужно возводить добротные здания, способные сопротивляться сейсмическим воздействиям. Как нам известно, на территории Кыргызской Республики несмотря на высокую сейсмоактивность, интенсивно развивалась и развивается горнодобывающая и обрабатывающая промышленность, возведены и возводятся уникальные гидротехнические сооружения, крупные города с развитой инфраструктурой. Поэтому очень остро стоит проблема обеспечения сейсмической безопасности всех объектов и народонаселения, а также строительства.

Таким образом, важным этапом считается исследование мировых тенденций нормирования сейсмостойкого строительства.

В настоящее время почти во всех сейсмических странах мира имеются нормативные документы общегосударственного или основные установки сейсмостойкого местного характера, в законодательном порядке регулирующие; основные установки сейсмостойкого строительства. Существуют ряд сборников, содержащие современные нормы сейсмостойкого строительства ряда зарубежных стран, как Австрия, Канада, Алжир, Греция, Япония, Мексика, Новая Зеландия, Филиппины, Португалия, Турция, США, Венесуэла, Италия, Россия.

Рассмотрим более подробно нормы некоторых стран, представляющие для нас наибольший интерес. Начнем с *японских* норм.

Обязательные правила по проектированию сейсмостойких сооружений были введены в японские строительные нормы в 1924г, после катастрофического землетрясения в гг.Токио и Иокогама в 1923г. В 1948г, был опубликован Японский инженерный стандарт, который затем бал обновлен в 1954 и 1955гг. и в таком виде применяется в настоящее время.

Сущность инженерного стандарта заключается в следующем:

- Расходы на ликвидацию повреждений, вызванных землетрясением, не превышали 10 % начальной стоимости здания или объекта
- Введено ограничение на высоту здания
- Запрещает применение каменных, кирпичных, бетонных стен и столбов в зданиях высотой более 13 метров, а также запрещено применение деревянных конструкций
- Сейсмические силы определяются по теории Ф. Омари

$$S=K_c Q \quad (1)$$

где, K_c - сейсмический коэффициент,
 Q – вертикальная нагрузка

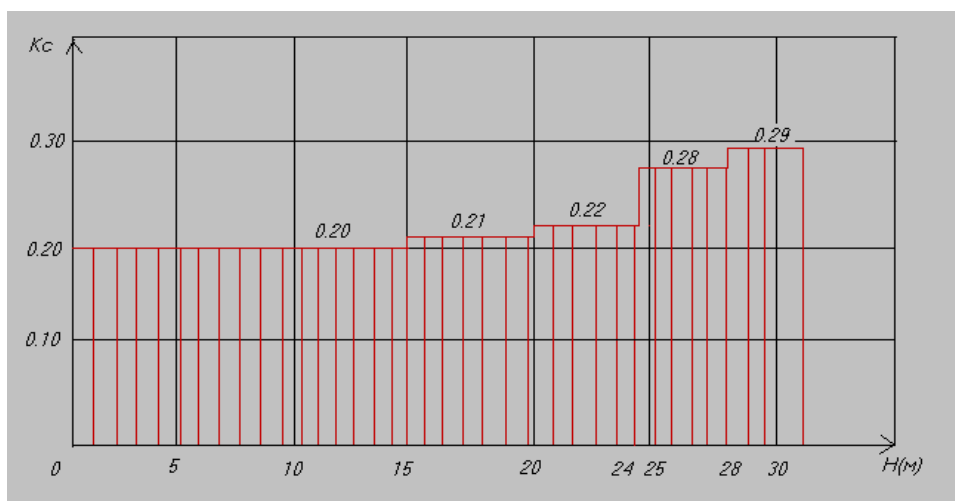


Рис.1. Изменение сейсмического коэффициента K_c по высоте здания

– Коэффициент сейсмичности (K_c) по японским нормам зависит от высоты здания (смотри рис. 1).

– Разрешается повышать допускаемые напряжения в 1,5 раза для стальных конструкций и арматуры, в 2 раза для бетона и грунта основания.

Приведем основные положения *итальянских* норм по строительству в сейсмических районах. На территории Италии эти нормы устанавливают две зоны: зону первой категории с повышенной сейсмичностью и зону второй категории с умеренной сейсмичностью (в дальнейшем цифры в скобках относятся ко второй зоне). Суть итальянских норм заключается в следующем:

– высота вновь возводимых зданий по нормам должна быть не более 16 м (20 м); строительство более высоких зданий требует специального разрешения. Здания в два (три) этажа высотой не более 9 м могут возводиться из бутовой кладки. Трехчетырех этажные здания высотой до 12,5 м (16м) должны иметь кирпичные стены или стены из тесаной кладки;

– расстояния между капитальными (продольными и поперечными) стенами должны быть не более 6м (7 м), а при наличии пилястров эти расстояния могут быть увеличены до 12 м (15 м);

Таблица 1

Значения поправочного коэффициента к основному
сейсмическому коэффициенту K_c

Категория грунтов	Род грунтов	Вид конструкции		
		Деревянные конструкции	Стальные каркасы	Железобетонные, стальные обетоненные, смешанные
1	Скальные породы, плотный гравий с песком третичного или более раннего периода при значительном простираии в районе здания	0,6	0,6	0,8
2	Гравий с песком, плотная супесь, суглинок делювиального или аллювиального происхождения при мощности пласта не менее 5 м и значительном простираии в районе здания	0,8	0,8	0,9

- здания свыше трех (четырех) этажей должны иметь каркасную конструкцию. Рекомендуются железобетонные перекрытия;
- сейсмические силы вычисляются по статическому методу, согласно формуле Ф. Омари при этом полезная вертикальная нагрузка уменьшается в 3 раза по сравнению с ее нормативной величиной.

Сейсмический коэффициент принимается равным $K_c = 0,10$ для зоны первой категории и $K_c = 0,05$ для зоны второй категории.

Особо важно отметить, что существует четыре нормативных документа по сейсмостойкому строительству в США, а именно:

- 1) рекомендации по горизонтальным силам Сейсмологического комитета Ассоциации инженеров-строителей Калифорнии;
- 2) строительный код г. Сан-Франциско;
- 3) строительный код г. Лос-Анжелос;
- 4) Единый строительный код.

Особенности американских норм заключается в следующем:

- за основу расчета был положен «Спектральный метод» разработанный в трудах американских ученых;
- для вычисления периода собственных колебаний здания была, рекомендована эмпирическая формула, полученная в результате обработки данных натурных испытаний:

$$T = 0,05 \frac{H}{\sqrt{B}} \text{ сек} \quad (2)$$

здесь H - высота здания от подошвы фундамента в футах;

B - ширина здания в рассматриваемом направлении в футах.

В отношении приведенных рекомендаций надо отметить две характерные особенности.

За неимением достаточных инструментальных данных ординаты спектральной кривой $S(T)$ были назначены на основе анализа сейсмических повреждений зданий, опыта проектирования и инженерной интуиции; инструментальные данные определили лишь общий качественный характер кривой (рис. 2).

Предлагаемый метод не учитывает роли грунтов. Составители рекомендаций считали, что нет достаточных данных для принятия дифференцированных значений сейсмических сил в зависимости от грунтовых условий. Такое мнение у американских инженеров выработалось

ещё при анализе последствий землетрясения 1906 г в Сан-Франциско.

Сравнение расчетных спектральных кривых всех рассмотренных нормативных материалов приведено на рис. 2.

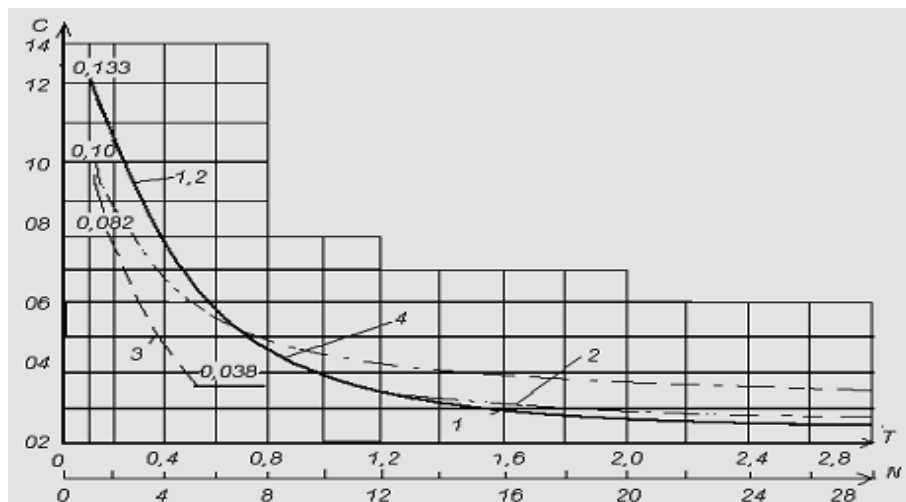


Рис. 2. Спектральные кривые норм США

1- Единый код; 2-код г. Лос-Анжелос; 3-код г. Сан-Франциско; 4-предложение Ассоциации инженеров-строителей Калифорнии; Т-период основного тонасвободных поперечных колебаний здания (сек.); N-полное число этажей.

Допускаемые напряжения при расчете на сейсмические силы могут быть увеличены по американским нормам на 33%.

Перейдем к *мексиканским* нормам. Первые строительные правила для федерального округа Мехико, содержащие антисейсмические требования, были изданы в 1942 г. После разрушительного землетрясения в 1957 г. были разработаны более жесткие временные правила. В 1959 г. строительные правила были пересмотрены и составлен проект норм для федерального округа, который представлен на утверждение. Мы в основном будем касаться этого проекта, поскольку он является последним нормативным документом, и не будет претерпевать больших изменений в процессе утверждения

По проекту норм территория федерального округа г. Мехико разделена на две зоны в зависимости от грунтовых условий; к первой зоне отнесены области с сильносжимаемыми грунтами, ко второй - с более плотными малосжимаемыми грунтами.

Значения сейсмических коэффициентов

Таблица 3

Тип сооружения	Зона сжимаемых грунтов	Зона малосжимаемых грунтов
1	0,06	0,04
2	0,08	0,08
3	0,15	0,1

Примечание: Значения коэффициентов приведены для зданий группы Б, Для зданий группы А, эти значения умножаются на 1.3. Здания группы С не требуют расчета на сейсмостойкость.

Проект предусматривает классификацию зданий по их значимости и конструктивной схеме. По первому признаку различаются здания группы А-особо важные правительственные, школьные, больничные здания, театры, стадионы и т.д., группы Б - жилые дома, гостиницы, промышленные и торговые здания и группы С - второстепенные объекты.

Конструктивная классификация предусматривает деление на типы по признаку поглощения сейсмической энергии: к I типу относятся каркасные здания, деформирующиеся в поперечном направлении в основном от изгиба элементов каркаса; 2 тип составляют здания с несущими стенами деформация которых в основном определяются сдвигом последних; в 3 тип входят водонапорные башни, дымовые трубы и т. п. сооружения.

Проект норм допускает применение различных методов расчета. Для обычных невысоких зданий с несущими стенами может быть принят следующий упрощенный способ расчета: полная сейсмическая сила в основании здания определяется по формуле (1) статического метода, причем значения сейсмического коэффициента K_c принимаются по табл.3.

В отношении норм других зарубежных стран ограничимся приведенными ниже краткими сведениями по расчетной части.

Французские нормы разработаны для Алжира. Сейсмический коэффициент представлен в виде произведения трех коэффициентов. Первый из них учитывает сейсмичность района; для зданий не выше 10 м его величина в двух зонах сейсмической активности Алжира соответственно равна 0,07 и 0,035; для более высоких зданий значения этого коэффициента увеличиваются на 2% на каждый, метр высоты. Второй коэффициент учитывают грунтовые условия; он равен 0,75 в случае скальных грунтов и 1,25 в случае слабых и водонасыщенных грунтов. Наконец, третий коэффициент зависит от условий фундирования; его величина равна единице при фундаменте глубокого, заложения и 1,25 в других случаях.

В *Турции* для сейсмического коэффициента принята величина 0,01-0,04. Н. Пинар отмечает, что эти величины значительно ниже, чем в других странах с аналогичными сейсмическими условиями.

Нормативные материалы *Китайской народной Республики* разрабатывались в соответствии с Российскими нормами сейсмостойкого строительства.

Выводы:

1. Приведенные выше сведения, позволяют сопоставить нормы сейсмостойкого строительства разных стран и выявить современные тенденции развития в этой области. Основной интерес представляют общие принципы нормирования и расчетные методы, не зависящие от местных конъюнктурных условий той или иной страны.

2. Обзор перечисленных материалов показывает, что большинство зарубежных норм имеет одинаковую структуру и охватывает один и тот же круг основных вопросов. Как правило, нормы содержат данные по проектированию сейсмостойких зданий, методику определения расчетных сейсмических нагрузок, указания по расчету и назначению допускаемых напряжений.

Использованная литература

1. <http://images.google.ru/>
2. www.welcome.kg/ru/kyrgyzstan/nature/ss/
3. Карцивадзе Г.Н., Медведев С.В., Напетваридзе Ш.Г. Сейсмостойкое строительство за рубежом. – М.: Госстройиздат, 1962. – 225 с.