

**Министерство образования и
науки РФ**

**Красноярская государственная
архитектурно-строительная
академия**

**Кафедра Строительной механики
и управления конструкциями**

Абовский Н.П.

Темерова А.С.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ
СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.**

**ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И
ПАТЕНТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ КАФЕДРЫ
СМ_иУК КРАСГАСА**

Красноярск 2005

«Недостаточная точность и надежность сейсмологического прогноза является **принципиально неустранимой в ближайшие годы** и десятилетия, поскольку природа сейсмической деятельности крайне сложна, не до конца понята и недостаточно исследована, несмотря на несомненные и значительные достижения мировой и отечественной сейсмологии в последние десятилетия.

Поэтому в будущем можно ожидать не только землетрясений в пределах интенсивности, прогнозируемой картами Общего сейсмического районирования, но и землетрясений более высокой интенсивности, т. е. сверхрасчетных сейсмических воздействий на сооружения. Это обстоятельство следует учитывать при разработке программы повышения сейсмической безопасности. В связи с этим обстоятельством, **важнейшей задачей является создание конструктивных решений сооружений и градостроительных решений населенных пунктов высокой сейсмической живучести при расчетных и сверхрасчетных землетрясениях».**

Концепция федеральной Программы сейсмической безопасности Российской Федерации.

Руководитель Программы проф. Айзенберг Я.М.

(Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2001, №4).

ОГЛАВЛЕНИЕ:

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Часть I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	3
1. Федеральная целевая программа "Сейсмобезопасность территории России"	3
1.1. Концепция Федеральной программы сейсмической безопасности Российской Федерации. Основные аспекты. <i>Айзенберг Я.М. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2001, №4</i>	
1.2. Федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России». Содержание и структура. <i>Сухов Ю.П. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2001, № 4.</i>	
1.3. Нормативно-правовые основы безопасности и защиты населения от последствий землетрясений. <i>Акбиев Р.Т. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2004, №4</i>	
1.4. Сейсмическая опасность в России. <i>Айзенберг Я.М. Промышленное и гражданское строительство, 1996, № 3</i>	
1.5. Сейсмозащита зданий в условиях недостаточной информации. <i>Гудков В.П. Промышленное и гражданское строительство, 1997, №11</i>	
2. Несовершенство теории строительных норм сейсмостойкого строительства	16
2.1. К вопросу задания сейсмического воздействия при многоуровневом проектировании сейсмических конструкций. <i>Сахаров О.А. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2004, №4</i>	
2.2. Не землетрясения убивают людей, а здания. <i>Курзанов А.М. Промышленное и гражданское строительство, 1995, №11</i>	
2.3. О нормировании сейсмических перемещений грунта. <i>Курзанов А.М. Промышленное и гражданское строительство, 1997, № 5</i>	
2.4. Задание сейсмического воздействия. Взгляд инженера-строителя. <i>(Уздин А.М. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2005г. №1)</i>	
3. Конструктивные рекомендации и предложения. Сейсмоизоляция	20
3.1. Концептуальные основы проектирования сейсмостойких зданий и сооружений. <i>Бондаренко В.М., Гусев Б.В., Курзанов А.М. Промышленное и гражданское строительство, 1997, № 3</i>	
3.2. Модернизация крупнопанельных жилых домов серии И-163.02 для строительства в сейсмических районах Иркутской области. <i>Бержинская Л.П., Иванькина Л.И., Ордынская А.П., Саландаева О.И., Фризер Г.А. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2004, №4</i>	
3.3. Сейсмоизоляция фундаментов с учетом основных причин и характера разрушений зданий при землетрясениях. <i>Шишков Ю.А. Проектирование и строительство в Сибири, 2003, №2</i>	

- 3.4. Сейсмостойкость объектов: причины разрушений, проблемы, надежность. *Шишков Ю.А. Проектирование и строительство в Сибири, 2003, №5.*
- 3.5. Сейсмостойкие фундаменты зданий повышенной этажности. *Шишков Ю.А. Проектирование и строительство в Сибири, 2004, № 2.*
- 3.6. Устройство подземной части зданий повышенной сейсмостойкости в просадочных грунтах. *Шишков Ю.А. Жилищное строительство, 1999, №1*
- 3.7. Сейсмостойкие фундаменты для Кошгача. *Шишков Ю.А. Проектирование и строительство в Сибирь, 2004, №3*
- 3.8. Повышение сейсмостойкости зданий при строительстве на слабых грунтах. *Шишков Ю.А. Проектирование и строительство в Сибири, 2005, №1.*
- 3.9. Качественный взгляд на проблемы надежной сейсмозащиты зданий и сооружений. *Восемь принципов проф. С.Б. Смирнова и их сопоставление с патентными решениями КрасГАСА.*
- 3.10. Сейсмоизоляция зданий с применением кинематических фундаментов. *Жунусов Т.Ж., Черепинский Ю.Д.*
- 3.11. Сейсмоизоляция зданий в России и СНГ. *Айзенберг Я.М. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 1998, №1*
- 3.12. Простейшая сейсмоизоляция. Колонны нижних этажей как элемент сейсмоизоляции здания. *Айзенберг Я.М. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2004, №1*
- 3.13. Сейсмостойкое здание с жесткой конструктивной схемой. *Липатников.Ф.Ф., Липатников И.Ф. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 1998, №5*
- 3.14. К вопросу активного сейсмозащитного строительства. *Абовский Н.П.*
- 3.15. Натурные динамические испытания строящегося многоэтажного сейсмоизолированного дома в Сочи *А.М. Курзанов, С.Ю. Семенов. (Промышленное и гражданское строительство, 2005г. №3)*

Часть II. ПРЕДЛОЖЕНИЯ КАФЕДРЫ СМиУК КрасГАСА..... 48

1. Новые конструктивные решения сейсмостойкого строительства в особых грунтовых условиях. *Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Надеяев В.Д. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2003, №3*
2. Некоторый анализ современного сейсмостойкого строительства и усиления зданий
3. Некоторые парадоксы традиционной сейсмоизоляции и их преодоление. *Абовский Н.П., Темерова А. Промышленное и гражданское строительство, 2004, №10*

ЛИТЕРАТУРА..... 60

ПРИЛОЖЕНИЯ..... 62

- П.1. Карты сейсмического районирования..... 22
- П.2. Анализ готовности к землетрясениям..... 11
- П.3. РАСС – российская ассоциация сейсмостойкого строительства. 00

Материалы совещания в г. Иркутске. Необходимость участия красноярцев в РАСС.

П.4. Примерная программа подготовки и переподготовки по курсу «сейсмостойкое строительство»

4.1. Список литературы

4.2. «Концепция повышения качества расчётов при проектировании и обосновании надёжности строительных конструкций» (Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений №6 2004г.

П.5. Общественная оценка сейсмобезопасности в Красноярском крае: статьи из газет

П.6. К разработке региональной программы сейсмобезопасности в Красноярском крае (предложения и замечания авторов)

.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сложность проблемы сейсмостойкого строительства, особенно в сложных грунтовых условиях, усугубляется неопределенностью сейсмических воздействий (по времени и величине), а также недостоверностью нормативной расчетно-теоретической модели, в которой сейсмическая динамика заменена некоторыми статическими нагрузками.

В данной работе анализируется литература о сейсмостойком строительстве и предложены решения кафедры СМ и УК КрасГАСА. Обзор литературы представлен по темам:

- ◆ Федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России»;
- ◆ несовершенство теории и строительных норм сейсмостойкого строительства;
- ◆ конструктивные рекомендации и предложения. Сейсмоизоляция.

Авторы посчитали целесообразным привести в значительной мере тексты из журнальных статей и снабдить их своими комментариями и замечаниями, сопоставить их с другими материалами. Эти материалы выделены другим шрифтом.

Решить эффективно (надежно) проблему сейсмостойкого строительства традиционным способом при современном уровне развития науки не удастся. Но ее можно «обойти» путем создания замкнутых зданий повышенной живучести и применения устройств, снижающих сейсмические воздействия. В этом заключается основная идея предложенного в КрасГАСА подхода и запатентованных решений. Он основан на максимальном снижении сейсмических воздействий, благодаря жесткости, многосвязности пространственного конструктивного решения сплошной пространственной платформы и возводимых на ней сооружений и зданий замкнутого типа (здание совместно с фундаментном представляет собой «замкнутую коробку»); отсутствию заглубления фундамента и использованию скользящего

слоя, уменьшающему трение между основанием и фундаментом (благодаря этому при землетрясении горизонтальные сейсмические воздействия практически не передаются на платформу и на здание).

Анализируя состояние развития проблемы сейсмостойкого строительства, авторы считают сделать **некоторые замечания**.

1. В литературе совершенно недостаточны сведения **о сопоставительном анализе эффективности** и области применения предложенных конструктивных разработок, направленных на повышение сейсмостойкости зданий и сооружений и их экспериментальной проверке.. Каждый автор «хвалит» свои решения. В Федеральной программе также не просматривается такого рода поиск и заказ на проведение соответствующих НИОКР. Отсутствие такого стратегического системного подхода к проблеме – серьезный пробел в государственном управлении научно-практическими работами. В связи с этим особое значение имеют проводимые в Иркутске, Кемерово и Алма-Ате натурные эксперименты с жилыми зданиями. Что делается для промышленных объектов и многих уникальных сооружений, к сожалению, не афишируется. В нашем крае к такой работе пока еще не приступили и слабо планируют ее.

2. Имеется некоторый перекокс в переоценке значения сейсморайонирования и микрорайонирования при составлении региональной краевой программы по сейсмобезопасности в ущерб роли строительных конструктивных мероприятий и разработок. Приходится объяснять, что первое лишь может обозначить уровень сейсмобезопасности (при этом с небольшой степенью достоверности!), а второе – обеспечить сейсмобезопасность или значительно уменьшить негативные последствия.

«Если инженерная мысль не работает, то сейсмологические прогнозы вряд ли помогут» (д.т.н., проф. Уздин А.М.)

3. Обучению и переобучению специалистов и населения в нашем крае, к сожалению, еще не уделяется должного внимания.

4. Необходимо вступление и участие красноярцев в РАСС (Российскую Ассоциацию Сейсмостойкого Строительства) с целью получения информации по реализации Федеральной программы, решениям ряда региональных совещаний (в т.ч. в Иркутске и Новокузнецке) и разработанный материал, а также участие в межрегиональной комплексной рабочей группе Сибирского региона (МРКРГ СР).

5. Эти и другие замечания и предложения сделаны КрасГАСА в адрес разрабатываемой краевой программы по сейсмобезопасности (см. Приложение).

Примечание.

К сведению читателя.

Списки основной литературы приведены в конце работы и в приложении к примерной программе подготовки и переподготовки по курсу «Сейсмостойкое строительство». Кроме этого имеются «локальные» списки литературы, размещённые после отдельных статей и разделов, на которые в них сделаны ссылки. В связи с этим имеются некоторые повторы литературных ссылок.

Часть I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА

"СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ" (2002-2010 ГОДЫ)

1.1. КОНЦЕПЦИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ. Айзенберг Я.М. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2001, №4.

Сейсмическая опасность. Согласно картам общего сейсмического районирования ОСР-97, землетрясения интенсивностью 6 баллов и выше могут происходить на 60% территории РФ со средней повторяемостью 1 раз в 5000 лет (карты С) и на 40% территории со средней повторяемостью 1 раз в 500 лет (карты А).

Наиболее разрушительные и катастрофические землетрясения интенсивностью 8, 9, 10 баллов прогнозируются картами ОСР-97 на 33% территории России со средним периодом повторения 5000 лет (карты С) и на 10% от общей территории РФ со средним периодом повторения 5000 лет. Таким образом, территория Российской Федерации является одним из самых сейсмически опасных регионов земного шара.

Сейсмический риск. Это характеристика вероятности социальных и экономических потерь, гибели и травматизма людей и других ущербов на данной территории за единицу времени.

Сейсмический риск определяется, с одной стороны, уровнем сейсмической опасности и, с другой стороны, уровнем сейсмостойкости сооружений и населенных пунктов, или уровнем их сейсмической уязвимости.

В целом по Российской Федерации сейсмический риск весьма высок, в РФ возможны землетрясения, которые могут явиться социальной и экономической катастрофой в масштабе всей страны.

Высокий уровень сейсмического риска определяется двумя главными факторами:

***Фактор №1.** высокая сейсмическая уязвимость, т. е. недостаточная сейсмостойкость большинства построенных сооружений; неготовность к землетрясениям большинства населенных пунктов.*

В различных регионах РФ, по приближенным оценкам, от 60 до 90% и более зданий и других сооружений должны быть отнесены к несейсмостойким, т. е. сейсмически уязвимым, если пользоваться для оценок: а) действующими нормами проектирования «Строительство в сейсмических районах», б) действующими картами Общего сейсмического районирования и действующими методами сейсмического микрорайонирования.

***Фактор №2.** Недостаточная точность и недостаточная надежность прогноза сейсмической опасности на картах Общего сейсмического районирования, которые являются частью строительных норм.*

Наиболее катастрофические землетрясения XX века, повлекшие наибольшее количество человеческих потерь и значительный экономический ущерб – это землетрясения интенсивностью более высокой, чем прогнозировалась картами сейсмического зонирования.

Проф. С. Сюэхиро (Япония): «В Японии мы очень много занимались проблемой прогнозирования землетрясений, но, увы, все еще далеки от того, чтобы предугадывать, где и когда они произойдут».

Вице-президент РАН Н.П. Лаверов: «Сейсмические катастрофы непредсказуемы, но нужно научиться встречать их во всеоружии».

Недостаточная точность и надежность сейсмологического прогноза является принципиально неустранимой в ближайшие годы и десятилетия, поскольку природа сейсмической деятельности крайне сложна, не до конца понята и недостаточно исследована, несмотря на несомненные и значительные достижения мировой и отечественной сейсмологии в последние десятилетия.

*Поэтому в будущем можно ожидать не только землетрясений в пределах интенсивности, прогнозируемой картами Общего сейсмического районирования, но и землетрясений более высокой интенсивности, т. е. сверхрасчетных сейсмических воздействий на сооружения. Это обстоятельство следует учитывать при разработке программы повышения сейсмической безопасности. В связи с этим обстоятельством, важнейшей задачей является создание конструктивных решений сооружений и градостроительных решений населенных пунктов **высокой сейсмической живучести при расчетных и сверхрасчетных землетрясениях.***

Предлагаются **основные приоритеты и методы достижения максимального повышения сейсмической безопасности населения и снижения сейсмического риска** при минимальных затратах. В их числе:

- Разработка новых методов проектирования сейсмостойких сооружений.
- Разработка и внедрение новых эффективных конструктивных решений сейсмостойких сооружений повышенной живучести для нового строительства, для усиления и реконструкции существующих сооружений, основанных на инновационных технологиях, таких как адаптивная сейсмоизоляция, избыточное резервирование и т. п.

1.2. ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА «СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ». СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА. Сухов Ю.П. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2001, №4.

Правительством Российской Федерации утверждена (постановление №690 от 25 сентября 2001 года) федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России» (2002-2010 годы).

Программа разрабатывалась в течение 2001 года коллективом сотрудников Госстроя России и подведомственных ему организаций, в число которых входили ГУП ЦНИИСК им. Кучеренко – головной ПНИИИС, ГУП «Росстройизыскания», НТЦ СС, а также ОИФЗ РАН, ЦНИИС (транспортное

строительство), ОАО «Гидропроект им. Жука» (гидротехническое строительство) и ВНИИТС (трубопроводы).

Разработка программы продиктована рядом существенных обстоятельств, среди которых основными являются:

- Россия одна из наиболее сейсмоопасных стран в мире: половина ее территории подвержена угрозе землетрясений, в том числе примерно одна треть – катастрофических, интенсивностью 8, 9, и 10 баллов;

- на этих территориях проходят многие важнейшие коммуникации, здесь расположены гидро- и атомные станции, оборонные и другие объекты, сейсмическое разрушение которых особенно опасно для населения и хозяйственной структуры страны;

- за всю историю б. СССР и Российской Федерации в стране не была реализована ни одна общегосударственная программа обеспечения сейсмической безопасности; все комплексные мероприятия, как правило, носили ограниченный узкоспециализированный или региональный характер;

- не менее половины населения на сейсмоопасных территориях (а это десятки миллионов человек) живут сегодня в домах, характеризующихся дефицитом сейсмостойкости от 1 до 3-х баллов; это же относится к зданиям медицинского, общеобразовательного, культурного и хозяйственного назначения.

Основной целью программы является максимальное повышение сейсмической безопасности населения, снижение риска проживания в сейсмически опасных районах России. Основными путями достижения этой цели являются

1. Организация и проведение в сейсмоактивных районах практических работ по оценке уровня сейсмической опасности и сейсмического риска территорий, обследованию и паспортизации зданий, усилению и реконструкции недостаточно сейсмостойких зданий.

2. Развитие и совершенствование комплекса научно-методических исследований, технических и технологических разработок и системы нормативно-правовых документов.

Приоритетные направления программных мероприятий – всемерное обеспечение сейсмостойкости эксплуатируемого строительного различного назначения, реализация и внедрение в практику современных методов и средств обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений, дальнейшее развитие научной методологии и современных технологий в строительстве и эксплуатации сооружений.

Более подробно мероприятия представлены в паспорте и тексте программы (см. «Собрание законодательства Российской Федерации», вып. 41, 8 октября 2001 г.).

Общий объем финансирования программы до 2010 года за счет всех источников оценивается в 28,8 млрд. рублей, в том числе из федерального бюджета примерно 3,5 млрд. рублей, включая 92,0 млн. рублей на проведение НИОКР.

Перед государственным заказчиком Программы – Госстроем России и создаваемой дирекцией программы стоят очень сложные и ответственные задачи по управлению и координации усилий в центре и на местах в русле выполнения единого комплекса программных мероприятий. Априорно ясно, что центр тяжести этих задач – в регионах. Среди первоочередных мер необходимо:

- формирование (начиная с наиболее сейсмически опасных регионов) комплексных групп специалистов местных и центральных административных и строительных организаций для реализации Программы с использованием существующей нормативной правовой базы;

- развертывание скоординированных по срокам и ресурсам программных мероприятий;

- создание системы сбора и обработки информации, учета и отчетности по Программе на региональном и федеральном уровнях;

- формирование предложений по нормативному правовому обеспечению программных мероприятий.

Объектом реализации программы являются 29 субъектов Российской Федерации. В процессе разработки Программы по результатам экспертной оценки они были ранжированы по уровню сейсмического риска и разбиты на две неравные группы.

Группа I включает 11 субъектов Федерации – регионы наиболее высокой сейсмической опасности и сейсмического риска. Многие города и крупные населенные пункты этих регионов расположены на территориях с сейсмичностью 9 и 10 баллов.

Группа II регионов имеет прогнозируемую сейсмическую интенсивность 7-8 баллов и ниже. В эту же группу входит несколько регионов, где могут происходить и более сильные землетрясения, но либо с невысокой вероятностью, либо на территориях, где плотность населения сравнительно невысока.

Красноярский край относится ко II группе и имеет индекс сейсмического риска 1,50.

Индекс сейсмического риска – характеризует оценку необходимого объема антисейсмических усилий; учитывает сейсмическую опасность, сейсмический риск и численность населения наиболее крупных населенных пунктов, а также дефицит сейсмостойкости в связи с изменением карт сейсмического районирования и по другим причинам (Краснодарский край – 9,00, Корякский автономный округ – 0,08).

1.3. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ.

Акбиев Р.Т. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2004, № 4

Реформирование действующей нормативно-правовой системы является ключевым моментом в обеспечении защиты населения и территорий от землетрясений и их последствий. Важное значение при этом имеет анализ опыта и своевременного включения эффективных механизмов саморегулирования системы.

Работы по обобщению законодательного опыта были сделаны на первом этапе выполнения Федеральной целевой программы «Сейсмобезопасность территории России» в 2002 – 2003 годах. Результаты исследований АНО НИИЦ «Геориск» представлены в отчете [1].

Независимый анализ правовой базы был выполнен на общественной основе за счет собственных средств межрегиональной рабочей группы (РГ), созданной в рамках Экспертного Совета (ЭС) Российской Ассоциации по сейсмостойкому строительству и защите от природных и техногенных воздействий (РАСС).

Специалисты едины во мнении, что для создания эффективного механизма совершенствования и развития отечественной системы защиты населения и территорий от землетрясений и их последствий в российском законодательстве существует необходимая правовая база. В то же время в нормативно-правовых актах имеются неправомерные ограничения и противоречия, которые приводят к ослаблению их эффективности [4].

Перечислим некоторые из них:

1. В специальных законах и нормативно-правовых актах такие важные для вопросов обеспечения сейсмобезопасности нормы как «предупреждение возникновения и развития» и «снижение ущерба и потерь» от чрезвычайных ситуаций не имеют разграничений. Это приводит к тому, что государство тратит огромные денежные средства на ликвидацию последствий стихийных бедствий и ограничивает затраты для предотвращения ущерба.

2. Действующим законодательством не предусмотрено непосредственно в законе разграничение предметов правового регулирования по смежным отношениям. Опыт показывает, что такая ситуация требует разработки дополнительных подзаконных актов, которые в свою очередь, не упрощают, а усугубляют административные барьеры.

3. Не оговорены вопросы разграничения полномочий, предметов ведения и ответственности (правовой, финансовой, ресурсной и пр.) между федеральным центром и региональными органами исполнительной власти Российской Федерации и местного самоуправления. В нормативно-правовых актах и документах не сформулированы необходимость определения взаимосвязи между всеми участниками процесса, их права и обязанности.

4. До настоящего времени не разработана система подзаконных (в том числе территориальных) актов, которая могла бы в сейсмических районах определить дифференцированный порядок землепользования, изысканий, проектирования, приемки законченных строительством и последующей эксплуатации зданий и сооружений.

5. В перечнях градостроительной документации не упоминается документация, связанная с оценками сейсмической опасности территорий, оценками рисков и уязвимости существующей застройки.

6. Сужена сфера правового регулирования эксплуатации ранее освоенных территорий.

На основании проведенного анализа [4] совершенно очевиден тот факт, что область общественных отношений, связанных с обеспечением сейсмической безопасности, представляет сферу законодательного регулирования, которой, ввиду особой социальной и экономической значимости, государство должно управлять с помощью эффективного использования норм права.

Основными направлениями реформирования следует назвать следующие:

- разработка и утверждение «специального» закона о сейсмобезопасности; Федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России» [4].

- внесение изменений и дополнений в действующее законодательство и нормативно-правовые акты;

- разработка документов (нормативно-правовых актов), определяющих структуру, полномочия, права и обязанности участников, а также силы и средства системы сейсмобезопасности и ее место в единой государственной системе защиты населения и территорий от природных и техногенных катастроф;

- определение структуры (перечня регламентов и стандартов) и содержания нормативного обеспечения сейсмобезопасности с разработкой эффективного механизма их внедрения в практику.

Ниже рассмотрены структурные элементы системы нормативно-правового обеспечения сейсмобезопасности, необходимость разработки которых следует на основании заданных предпосылок.

1). Разработка проекта Федерального закона «О сейсмобезопасности территории России» [5] в форме технического регламента предопределена результатами комплексных исследований [1, 2, 4] и формируется на основании проведенного ранее анализа, а также выбора целей и постановки задач, достижению которых должно способствовать его принятие.

По сути, новый закон уникален для России. Его основная задача – создание федеральным центром условий (закона) для реализации субъектами Российской Федерации полномочий с целью функционирования в регионах эффективного механизма (в том числе путем создания законодательного и нормативно-правового обеспечения) для решения общегосударственных задач защиты населения и территорий от землетрясений и их последствий.

При его разработке на федеральном уровне следует законодательно:

- определить правовое положение сейсмоопасных территорий и понятий, связанных с обеспечением их сейсмобезопасности.

- закрепить право территорий и населения на обеспечение сейсмобезопасности;

- утвердить основы, принципы, элементы системы сейсмобезопасности, функции, силы, средства и методы обеспечения требований по надежности объектов, их паспортизации, страхованию сейсмических рисков и пр.;

- закрепить стратегический подход Федерального центра на превентивность мероприятий (управление рисками) по обеспечению защиты населения и территорий при воздействии землетрясений и их последствий;

- подчеркнуть первостепенную роль регионов России в решении задач по обеспечению сейсмобезопасности путем декларации их полномочий, установленных в других законах;

- определить основы правового и технического регулирования при обеспечении мероприятий, направленных на обеспечение сейсмобезопасности;

- установить общие задачи, полномочия, права, обязанности и принципы ответственности органов федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов и всех участников процесса при обеспечении сейсмобезопасности.

В законе целесообразно указать нормы права по регулированию деятельности в области обеспечения сейсмобезопасности (о профессиональном обучении, лицензировании участников, подтверждении соответствия услуг и функционировании саморегулируемых организаций и пр.).

В тексте необходимо прямо возложить на собственника имущества и эксплуатирующую организацию обязанность соблюдения норм и правил по сейсмобезопасности при их строительстве, вводе в эксплуатацию, дальнейшей эксплуатации, ремонте, реконструкции, консервации, выводе из эксплуатации и ликвидации. На стадии проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию и мероприятий по эксплуатации это можно осуществлять путем составления декларации сейсмобезопасности, которая подлежит утверждению

в органах надзора. Т. е. разрешение на строительство, реконструкцию, эксплуатацию и пр. следует выдавать при наличии декларации, которая подлежит независимой экспертизе, проводимой в установленном порядке на основании соответствующего нормативно-правового акта.

2). Внесение изменений в действующие законы и нормативно-правовые акты, включая Гражданский, Земельный, Градостроительный, Жилищный кодексы Российской Федерации, Федеральные закон «О защите прав населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и пр. Некоторые предложения и рекомендации такого рода изложены в [1] и существенно дополнены в [4].

Кроме этого необходимо:

- В Федеральном законе Российской Федерации «О техническом регулировании» [6] предусмотреть возможность принятия подзаконных актов рекомендательного характера органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а в п.1 ст.7 «Содержание и применение технических регламентов» дополнительно указать о необходимости установления регламентами минимально необходимых требований по сейсмобезопасности;

- Положения Федерального закона «Об оценочной деятельности» [7] применительно к объектам приложения целесообразно распространить также на системы безопасности и связанные с этим гражданские права (информация об уровне риска, уязвимости и пр.);

- В законодательстве о капитальном строительстве, техническом и кадастровом учете целесообразно установить специальные нормы относительно разработки, хранения, использования и передачи технических проектов (или аналогичных проектных материалов) на законченные и незаконченные строительством объекты; в проектах должны указываться, в том числе параметры зданий и сооружений, влияющие на его сейсмостойкость.

3). Единая государственная система сейсмобезопасности (ССБ) территории России имеет право на автономное существование как дополнение

к Единой государственной системе защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [8].

Основными задачами ССБ являются:

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению сейсмобезопасности территории России;

- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на разработку превентивных мер по защите от землетрясений и ликвидацию их последствий;

- обеспечение функционирования и готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных землетрясениями и их последствиями;

- информационное обеспечение мероприятий по сейсмобезопасности;

- решение вопросов, связанных с подготовкой, повышением квалификации специалистов и обучением населения к действиям при землетрясениях;

- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий сильных землетрясений, а также другие вопросы обеспечения сейсмобезопасности территорий и защиты населения от сейсмических воздействий.

Поставленные задачи позволяют формировать ССБ в качестве функциональной и/или территориальной подсистемы РСЧС [8], а также создания независимой саморегулируемой системы.

4). Технические регламенты и стандарты, применительно к проблемам обеспечения сейсмобезопасности территорий и защиты населения от землетрясений и их последствий, являются структурным элементом общей системы нормативно-правового обеспечения.

5). Проведению реформирования такого масштаба как создание нормально функционирующей системы сейсмобезопасности и ее нормативно-правового обеспечения должна предшествовать идеология, оформленная в

виде Концепции. Концепция (в пер. с лат.) – система взглядов на те или иные явления, содержащая цели, принципы и задачи для осуществления какой-либо идеи.

В основных положениях Концепции обеспечения сейсмобезопасности территории России предполагается:

- раскрыть основные подходы к обеспечению сейсмобезопасности;
- установить основные принципы организации и проведения работ, направленных на обеспечение защиты населения и территорий от землетрясений и их последствий;
- наметить основные этапы (сроки) модернизации действующей комплексной системы сейсмобезопасности, включая нормативное обеспечение. Можно предположить, что основными этапами реализации положений Концепции будут принятие Федерального закона «О сейсмобезопасности» и переходный семилетний срок, установленный Федеральным законом «О техническом регулировании» [6];
- разработать основы взаимодействия между Федеральным центром и регионами при решении задач по правовому, техническому и экономическому регулированию вопросов, связанных с обеспечением сейсмобезопасности. В их числе: – право территорий и населения на обеспечение сейсмобезопасности;
- правовое положение понятий, связанных с обеспечением сейсмобезопасности;
- стратегический подход федерального центра на превентивность мероприятий (управление рисками) по обеспечению защиты населения и территорий при воздействии землетрясений и их последствий;
- первостепенная роль регионов России в решении задач по обеспечению сейсмобезопасности путем декларации их полномочий, установленных в других законах;
- закрепить основы технического регулирования при обеспечении сейсмобезопасности в переходный период;

- выделить главные задачи, обозначить права, обязанности и принципы обеспечения ответственности всех участников процесса.

Кроме этого, следует актуализировать и обновить принципы обеспечения сейсмобезопасности, включая:

- законодательное регулирование вопросов безопасности и качества;
- лицензирование видов деятельности в области сейсмобезопасности;
- соблюдение требований сейсмобезопасности при строительстве и эксплуатации объектов;

- методологию и исследования, связанные с оценкой сейсмического риска и сейсмоуязвимости существующей застройки;

- проведение паспортизации и страхования;

- подтверждение соответствия (декларация) соответствия по вопросам, связанным с обеспечением защиты населения и территорий от последствий зем-летрясений;

- подготовка и повышение квалификации специалистов, связанных с обеспечением сейсмобезопасности;

- информационное обеспечение программных мероприятий и пр.

В области нормативного обеспечения и стандартизации важными являются следующие моменты:

- обязательность соблюдения регламентов и добровольность применения стандартов;

- гармонизация, активное участие (с авторст-вом России) в разработке международных и регио-нальных стандартов;

- управление качеством и номенклатурой услуг (продукции) путем каталогизации и сертификации.

Сфера затрагиваемых интересов, статус, структура и содержание «Концепции обеспечения сейсмобезопасности территории России» предполагают возможность ее оформления в виде отдельного нормативно-правового акта.

Литература

1. Обобщение опыта законодательства, включая страховое, по обеспечению сейсмической безопасности Российской Федерации. // Отчет по НИР. – М.: АНО НИИЦ, «Геориск», 2002.
2. Акбиев Р.Т., Смирнов В.И. Основы и методы совершенствования системы защиты населения и территорий от землетрясений и их последствий. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2003, № 3.
3. Материалы V Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием). – Сочи, 22-26 сентября 2004 г.
4. Развитие нормативно-правовой базы по обеспечению сейсмической безопасности. // Отчет по НИР. – М: ГУП ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 2003.
5. Федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России» на период с 2002 до 2010 гг. // Постановление Правительства Российской Федерации от 25 сентября 2001 г. № 690.
6. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ
7. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ.
8. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Постановление Правительства Российской Федерации от 08 августа 2003 года № 475.

1.4. СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ В РОССИИ. Я.М. Айзенберг. ПГС, 1996 № 3

Более 20% территории России являются сейсмоопасными для обычных зданий, а для атомных объектов, взрывоопасных производств и т. п. – и все 100%. Около трети этой территории приходится на регионы, отнесенные к 8-9-балльной сейсмичности. Во многих случаях еще присовокупляются неблагоприятные условия площадки: плохие грунты, близость тектонических

разломов, сложный рельеф и тому подобное. При этом нужно отметить, что сейсмическая опасность постоянно возрастает. Тому несколько причин – субъективных и объективных.

Субъективные причины обусловлены ростом знаний сейсмологов. интенсивность почти всех землетрясений, сопровождавшихся значительными жертвами, была выше прогнозирувавшейся картами. Происходит неуклонное покраснение карты сейсмического районирования, т. е. расширяется площадь девяти- и восьмибалльных районов.

Объективная причина повышения сейсмической опасности связана с техногенной деятельностью человека: заполнение водохранилищ, добыча полезных ископаемых, разные утечки воды в городах.

В научной обеспеченности сейсмостойкого строительства и практической деятельности в области снижения сейсмического риска все явственнее ощущается отставание. Анализ показывает, что нормы нуждаются в существенном улучшении. Можно указать на ряд аспектов, которые следует изменить. Это и недостаточный учет волновых процессов, и неточное определение влияния грунтов на сейсмические нагрузки, и относительное равноправие перед нормами сооружений, которые ведут себя совершенно различно при сильных землетрясениях (например, каркасные и крупнопанельные здания), и неточный учет вертикальной компоненты, и отсутствие упоминаний о современных методах сейсмозащиты, в частности, о сейсмоизоляции и многое другое.

Строительная наука разрабатывает принципы и такие конструктивные решения, которые были бы наименее чувствительны к ошибкам сейсмологов.

«Врожденной» высокой сейсмостойкостью обладают, например, крупнопанельные сооружения. Неизвестны случаи обрушения таких зданий при самых сильных землетрясениях. Высокой сейсмостойкостью они обязаны значительной прочности панелей, пластичности и энергоемкости связей.

Крупнопанельные дома имеют, однако, и минусы. Их недолюбливают архитекторы за однообразие и безликость, их недолюбливают и жильцы. Кроме того, требуются заводы КПД, тяжелые краны.

Значительно больше возможностей для архитекторов и строителей дают **здания с несущими стенами из монолитного железобетона**. При правильном проектировании они обладают высокой сейсмостойкостью.

В последние годы в ЦНИИСКе проведены широкие теоретические и экспериментальные исследования, подготовлены рекомендации по оптимальному расходованию арматуры и цемента в трехслойных стеновых конструкциях. В ЦНИИСКе разработаны также новые принципы и системы сейсмозащиты, учитывающие отмеченную неточность и неполноту информации. Эти системы сейсмоизоляции, в особенности **адаптивные системы, системы с выключающимися связями, с кинематическими опорами и другие**, зачастую привлекательны для архитекторов, так как позволяют иметь открытые пространства в нижних этажах. Применение таких систем приводит к повышению надежности сооружений и одновременно минимизирует затраты на сейсмозащиту.

1.5. СЕЙСМОЗАЩИТА ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ. Б.П. Гудков, ПГС, 1997г. №11

Интенсивность последних землетрясений на 1-2 балла превосходила прогнозируемую для их районов, что показало ненадежность сейсмических прогнозов. Недостоверность прогнозов объясняется как недостаточностью знаний о происходящих процессах, так и техногенной деятельностью человека.

Все острее чувствуется несоответствие нормативных методик расчета фактическому поведению сооружений при землетрясениях. Это прежде всего расчет зданий как линейно-упругой модели, тогда как нелинейно-упругие и упругопластические стадии в отдельных узлах и конструкциях наступают уже при гораздо меньших нагрузках, чем расчетные для заданного уровня

сейсмичности. Недостаточно учитывается взаимодействие здания и основания, а также действие волновых процессов на подвижки, повороты и колебания фундамента.

Учитывая такое положение, предлагается новый подход к застройке сейсмоопасных территорий.

В районах с сейсмичностью 6 баллов во вновь строящихся зданиях следует предусматривать минимальный комплекс антисейсмических мероприятий. Надо помнить, что верхний уровень 6-балльного землетрясения может быть опасен для многих сооружений. Поэтому необходимо предусматривать минимальный комплекс антисейсмических мероприятий, среди которых: ограничения объемно-планировочных решений, конструктивные мероприятия. Для крупнопанельных зданий – усиление связей между панелями, изменения в армировании; для каркасных – усиление узлов; для зданий из мелкоштучных материалов – усиление связей в стенах, дисках перекрытий, соблюдение требований к нормальному сцеплению в кладке и к прочности стен. В этих районах следует отказаться от применения силикатного кирпича для стен многоэтажных домов.

В районах с сейсмичностью 7 и 8 баллов здания необходимо проектировать с определенным запасом «живучести», учитывающим превышения реальных сейсмических воздействий над расчетными. Следует также предусматривать резервные мероприятия за счет упругопластической работы отдельных элементов или устройство элементов активной сейсмозащиты. В зданиях из штучных стеновых материалов, этажность которых в районах с сейсмичностью 7-8 баллов не превышает 5 этажей, и в других зданиях с жесткой конструктивной схемой эффективны элементы активной сейсмозащиты.

В жестких, относительно невысоких зданиях целесообразно применять сейсмоизолирующие пояса. Большие ускорения, при которых они должны включаться в работу, вызывают необходимость использовать скользящие

материалы, например, два слоя полиэтиленовой пленки или пергамина с прослойкой графита, инертной пыли, сухого песка, фторопласта и т. п.

В районах с сейсмичностью 9 баллов здания следует проектировать на основе конструктивных систем высокой степени надежности: металлический каркас, крупнопанельные и монолитные стены, связевые железобетонные каркасы. Дома выше трех этажей необходимо оборудовать системами активной сейсмозащиты. В этих районах могут оказаться надежными комбинированные системы: внутренние стены из крупных железобетонных панелей или монолитные, наружные – из местных материалов.

Сейчас очень остро стоит проблема с несейсмостойкими домами, оказавшимися в сейсмически опасных районах: ***невозможно их все усилить, но и бездействовать – преступно по отношению к проживающим в них людям.***

Для получения максимально полной информации о состоянии жилищного фонда и общественных зданий необходимо провести их паспортизацию. По методике, разработанной в КиевЗНИИЭПе, по результатам обследования здания можно разделить на три степени сейсмостойкости:

I – сейсмостойкие;

II – недостаточно сейсмообеспеченные;

III – несейсмостойкие.

В зависимости от степени сейсмостойкости определяют последовательность и методы усиления здания. Недостаточно сейсмообеспеченные здания (II степень), повреждение которых не связано с особо тяжелыми последствиями и которые не относятся к необходимым для ликвидации последствий землетрясений, могут быть усилены в процессе капитального ремонта или реконструкции. Не сейсмостойкие здания (III степень) потребуют усиления или других решений по эксплуатации в ближайшие сроки. Усиление таких зданий должно гарантировать уровень сейсмостойкости не ниже II степени.

Многие предложения настоящей статьи уже сейчас технически осуществимы, другие требуют дополнительных исследований. Но то, что можно сделать сегодня, надо делать не откладывая. Небольшие средства, вложенные в создание резервной сейсмозащиты зданий, значительно уменьшат разрушительные последствия возможных землетрясений, в том числе и непрогнозируемых.

2. СТАРЫЕ НОРМЫ И НОВЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

2.1. К ВОПРОСУ ЗАДАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ МНОГОУРОВНЕВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕЙСМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИЙ. Сахаров О.А. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, № 4, 2004 г.

В настоящее время во всем мире осуществляется переход к многоуровневому проектированию. В простейшем случае двухуровневого проектирования инженер работает с проектным землетрясением (ПЗ) и максимальным расчетным землетрясением (МРЗ). При действии ПЗ сооружение не должно терять эксплуатационных свойств, а при МРЗ необходимо обеспечить сохранность жизни людей, а также дорогостоящих конструкций и оборудования. В Еврокоде-8 оперируют с четырьмя уровнями расчетного воздействия и четырьмя предельными состояниями [1,2]. На их основе **проектировщик разрабатывает сценарий разрушения сооружения при землетрясении.**

В России до настоящего времени действуют нормы СНиП II-7-81*, базирующиеся на одноуровневом проектировании сооружения, исходя из условных инерционных нагрузок. Физический смысл нормативных расчетов трактуется в литературе по разному – как расчет на частые относительно слабые воздействия (ПЗ) с ускорениями, равными $K_1 A$ [3], как расчет на сильные воздействия (МРЗ) с искусственно сниженной в $1/K_1$ раз несущей способностью [4], как оценку не пиковых, а среднеквадратичных ускорений при МРЗ [5]. Все указанные трактовки могут служить объяснением к условному расчету. Существенным же является то, что усиление сооружения по СНиП для объектов массовой застройки обеспечивает при разумных затратах нормальную эксплуатацию сооружений и исключает их обрушение при разрушительных землетрясениях. Этот результат обусловлен тем, что система нормативных расчетных коэффициентов базируется на богатом опыте прошлых землетрясений, полученном при анализе повреждений массовой

застройки. Нормативная система является сбалансированной, и неточности одних коэффициентов компенсируются неточностями в других. Это обстоятельство требует осторожного подхода к модернизации норм. Как отмечено в [6], учитывая повсеместный переход к многоуровневому проектированию, попытки усовершенствования норм, основанных на условном расчете не целесообразны. Разработка норм двухуровневого расчета сооружения на действие ПЗ и МРЗ должно начинаться с задания двух уровней расчетных воздействий. Этому вопросу посвящена настоящая публикация.

Совершенно очевидно, что расчетный уровень сейсмического воздействия зависит от сейсмической опасности территории, допустимого риска, срока службы сооружения, а также от преобладающего периода воздействия. Ниже сейсмическая опасность характеризуется ситуационной сейсмичностью по картам ОСР-97.

Ситуационная сейсмичность кардинальным образом сказывается на расчетных сейсмических нагрузках. Это влияние проанализировано в [7]. Ситуационная сейсмичность влияет и на соотношение между уровнем расчетных ускорений при ПЗ и МРЗ, однако это влияние не значительно. Для площадок с высокой сейсмической опасностью ($I_B = 9$ баллов по карте В) $\Delta = (A_{ПЗ} - A_{МРЗ}) \approx 0.3$; для $I_B = 8$, $\Delta \approx 0.15$ и для $I_B = 7$, $\Delta \approx 0.08$. Однако при возможности на площадке строительства землетрясений большей силы, чем проектное наблюдается нарушение линейной зависимости $A([q])$ и увеличение разности $(A_{ПЗ} - A_{МРЗ})$. Иными словами, **в рамках принятых приближенных соотношений для повторяемости землетрясений и связи пиковых ускорений с силой землетрясения [8] возможность сильных землетрясений, прогнозируемых по карте С, весьма существенно сказывается на расчетный уровень МРЗ и мало влияет на расчетный уровень ПЗ.**

Литература

1. Barr J. The seismic safety of bridges: A view from the design office // 12th European Conference on Earth-quake Engineering, Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, 2002.
2. M.N.Fardis Code developments in earthquake engineering. // 12th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, Paper Reference 845, 2002.
3. Гольденблат И.И., Николаенко Н.А., Поляков С.В., Современные проблемы науки о сейсмостойком строительстве. В сб. «Совершенствование методов расчетов и конструирования зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах» // М., ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1976, с.9-15.
4. Елисеев О.Н., Уздин А.М. Сейсмостойкое строительство. Учебник. СПб., ПВВИСУ, 1997, 371с.
5. Корчинский И.Л., Жунусов Т.Ж.. Кардинальные вопросы сейсмостойкого строительства // Алма-Ата.-Казпромстойниипроект, 1988, 131с.

6. Уздин А.М. К вопросу о развитии норм сейсмостойкого строительства и проекте норм СНГ. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2003, № 3, с.41-43.
7. Сахаров О.А. Назначение расчетного ускорения с учетом новых карт сейсмического районирования. // Сейсмостойкое строительство, 2002, № 2, с. 48-49.
8. Долгая А.А. Моделирование сейсмического воздействия коротким временным процессом. // Экспресс-информация, ВНИИТПИ, Сер. «Сейсмостойкое строительство», Вып. 5-6., 1994, с.56-63.

2.2. НЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ УБИВАЮТ ЛЮДЕЙ, А ЗДАНИЯ. А.М. Курзанов. ПГС № 11, 1995 г.

В науке о сейсмостойком строительстве в последние годы появилось инакомыслие. Его сторонники считают, что колебательная доктрина, положенная более 40 лет назад в основу обязательного и сегодня спектрального метода расчета сооружений на сейсмостойкость, недееспособна и опасна.

Приверженцы колебательной доктрины и спектрального метода считают, что здания разрушаются в результате сейсмического резонанса. Суть спектрального метода расчета здания как линейно-упругой системы заключается в сложении колебаний этой системы по собственным формам, умноженным на резонансные динамические коэффициенты. Вычисленная таким способом сейсмическая нагрузка на здание затем умножается на коэффициент $K_1=0,25$, т. е. уменьшается в 4 раза, потому что на самом деле здание не является линейно-упругой системой при сколько-нибудь значительной динамической нагрузке.

Те, кому пришлось собственноручно проводить натурные испытания зданий и их фундаментов на сейсмостойкость резонансным методом с помощью вибрационных машин, знают, сколько надо внимания и опыта, чтобы непрерывно уменьшать частоту возбуждения вслед за непрерывно падающей частотой собственных колебаний объекта испытания. Зачем же изначально рассчитывать здание на сейсмический резонанс, если он практически невозможен? *И на каком основании полученная таким образом нереальная сейсмическая нагрузка делится потом на 4, а не на 3, или, скажем, на 10?*

На этот трудный вопрос никто вразумительного ответа дать не может. Более того, кроме коэффициента $K_1=0,25$ в спектральном методе есть еще несколько подобных «потолочных» коэффициентов, величину каждого из которых в отдельности невозможно определить никакими натурными испытаниями.

Поскольку каждое сильное землетрясение в той или иной мере демонстрировало неэффективность спектрального метода, его сторонники предприняли решительные меры, и с 1952 г. по 1973 г. расчетные ускорения

грунта, нормируемые отечественной шкалой сейсмических нагрузок, были увеличены в 5 раз!

Казалось бы, что старые сооружения, рассчитанные на нагрузки в 5 раз меньше сегодняшних, должны претерпеть массовые обрушения при сильных землетрясениях, нормируемых современной шкалой.

Между тем опыт последних землетрясений свидетельствует, что и новые, и старые здания, рассчитанные соответственно на нагрузки, которые отличаются в 5 раз, примерно одинаково (хорошо или плохо) переносят сильные землетрясения при соответствующем качестве строительства.

Ученые, указывающие на недееспособность и опасность колебательной доктрины и спектрального метода, полагают, что разрушительное воздействие землетрясения заключается в том, что сейсмическое воздействие инициирует в фундаменте сооружения бегущие вверх разрушительные поперечные волны, скорость и форма которых зависят от характера сейсмического возмущения, физических и геометрических характеристик сооружения.

Из существа концепции инакомыслящих следует, что основные сейсмозащитные мероприятия должны противодействовать разрушительному влиянию бегущих волн. Конструктивные решения сейсмозащиты должны обеспечивать уменьшение интенсивности бегущих волн в очаге их образования; проверку прочности конструкций следует выполнять не на стоячие, а на бегущие волны.



Отметим, что такому подходу вполне отвечает использование фундаментных платформ на скользящем слое и замкнутых зданий, объединенных с такими платформами (по патентам КрасГАСА).

2.3. О НОРМИРОВАНИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ГРУНТА. А. М. Курзанов. ПГС № 5, 1997 г.

Сейсмичность строительной площадки I, выражаемая в баллах, характеризует разрушительную силу землетрясения в целом.

В СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» величина I применяется в форме сейсмического ускорения грунта, поскольку в нормативных расчетах на сейсмостойкость перемещения и скорость грунта не нормируются. По табл. 1 СНиП II-7-81* для грунта I категории по сейсмическим свойствам $\Delta I = -1$, для грунтов III категории $\Delta I = 1$. соответственно в любом районе сейсмичностью I ($I = 7, 8, 9$) расчетные сейсмические ускорения грунтов I категории принимаются вдвое меньшими, а грунтов III категории – вдвое большими, чем расчетные ускорения грунтов II категории. Такое нормативное уточнение расчетных сейсмических ускорений грунтов согласуется лишь с тем, что наблюдается в природе при слабых землетрясениях. **Во время сильных землетрясений, напротив, ускорение грунтов I категории больше ускорения грунтов III категории.** Таким образом, грунты III категории обладают более высокой сейсмичностью, чем грунты I категории, при обратном соотношении их сейсмических ускорений.

Следовательно, не в ускорении причина более высокой разрушительной способности грунтов III категории. Тогда в чем?

При сильных землетрясениях сейсмические перемещения грунтов III категории больше перемещений грунтов других категорий. Низкочастотные, с большой амплитудой перемещений сейсмические колебания грунтов III категории вызывают в сооружениях разрушительные бегущие поперечные волны, крутизна которых тем больше, чем больше амплитуда сейсмических перемещений грунта и чем меньше (в определенных пределах) частота его колебаний.

В результате сейсмораионирования должна быть установлена не только сейсмичность района, но и соответствующие ей нормативные параметры сейсмических перемещений грунта: амплитуда и доминантная частота.

Без учета сейсмических перемещений грунта одни только его сейсмические ускорения не способны дать полного представления о разрушительной силе землетрясения – его истинной интенсивности.

3. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ. СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯ

3.1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. В.М. Бондаренко, Б.В. Гусев, А.М. Курзанов ПГС №3 1997.

Статья посвящена работе над концепцией нового поколения нормативных документов в сейсмостойком строительстве. В ней изложены концептуальные основы проектирования сейсмостойких зданий и сооружений с учетом опыта последних разрушительных землетрясений.

«Цель новой концепции проектирования сейсмостойких зданий и сооружений состоит в обязательном выполнении трех условий:

- Несущие конструкции зданий и сооружений должны *обладать запасом сейсмостойкости, достаточным для неоднократного восприятия расчетной сейсмической нагрузки* без существенных повреждений;
- Несущие конструкции зданий и сооружений должны *обладать запасом сейсмостойкости, достаточным для однократного восприятия сейсмической нагрузки, превышающей расчетную на один балл*, без обрушения сооружения в целом или отдельных его частей;
- *Инженерные коммуникации должны обладать такой же сейсмостойкостью*, как здания и сооружения.

Для достижения поставленной цели расчет сооружений и коммуникаций на сейсмическую нагрузку, соответствующую сейсмичности площадки, должен проводиться по второму предельному состоянию; расчет на нагрузку, превышающую сейсмичность на один балл, – по первому предельному состоянию.

Поставленная цель означает *отказ от практики балансирования на грани сейсмического разрушения* сооружений в современных условиях недостаточности знаний о силе и характере предстоящего землетрясения и об особенностях работы сооружений под сейсмической нагрузкой.

Сейсмическое районирование и микросейсморайонирование должны проводиться по двум параметрам: по ускорению и по упругому перемещению горизонтальных сейсмических движений грунта основания. На картах сейсмического районирования каждому району должны быть назначены соответствующие нормативные (средние) ускорения и упругие перемещения сейсмических движений грунта, а также диапазон их изменения в пределах района. **Задача микросейсморайонирования – уточнение расчетных значений ускорений и упругих перемещений сейсмических движений грунта в границах диапазона, установленного картой сейсмического районирования.**

Кроме того, в состав длительных нагрузок необходимо включать температурно-климатические воздействия. Параметры вертикальной составляющей сейсмического движения грунта и угловой составляющей сейсмических поворотов грунта вокруг вертикальной оси назначаются в зависимости от сейсмичности строительной площадки и эпицентрального расстояния до возможного очага землетрясения. В общем случае расчета сооружений эти составляющие рассматриваются в **форме бегущих волн: продольных и медленных поперечных крутильных.**

Рекомендуются специальные конструктивные мероприятия, направленные на **снижение сейсмической нагрузки на здания и сооружения.** Наиболее универсальное и эффективное средство снижения сейсмической нагрузки – сейсмоизоляция – позволяет достичь этой цели и обеспечить относительно небольшую стоимость сейсмостойкого строительства.

Конструктивная схема сооружения должна обеспечить статическую неопределимость внутренних сейсмических сил в основных несущих конструкциях, т. е. **пространственную многосвязность.** *Для сейсмостойкого строительства неприемлема конструктивная схема сооружения с основными статически определенными несущими связями.* Конструктивная форма сооружений должна обеспечить сложный пространственный характер его сейсмических колебаний.

К рекомендуемым способам новая концепция проектирования относит, в частности, сейсмоизоляцию сооружений и их расчет методом бегущих волн, рассматривая их в качестве некоторых представителей совокупности возможных способов выполнения обязательных требований».



Отметим, что конструкции пространственных платформ на скользящем слое и замкнутые многосвязные здания, запатентованные КрасГАСА, отвечают этим требованиям. Но здесь не учитываются:

- Неточность карт сейсмического районирования.
- Учет свойств грунтов, особенно слабых.

- Новые конструктивные решения.

3.2. МОДЕРНИЗАЦИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ СЕРИИ И-163.02 ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ. Бержинская Л.П., Иванькина Л.И., Ордынская А.П., Саландаева О.И., Фризер Г.А. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 4, 2004 г.

Жилищный фонд Иркутской области составляет около 50 млн.кв.м. общей площади, в т. ч. в муниципальной собственности – 30 млн. кв.м. В Иркутской области проживает 2,6 млн. человек, из них 1,6 млн. в районах с сейсмичностью 7-9 баллов. Высокая сейсмичность, суровые природно-климатические и сложные инженерно-геологические условия территории накладывают своеобразный отпечаток на выбор конструктивно-технологических систем жилых домов. Современное состояние жилищного строительства и рынок жилья в Иркутской области характеризуется рядом особенностей:

1. Резким снижением объемов жилищного строительства – за последнее десятилетие ввод жилья в области уменьшился в 7 раз.

2. Высокой стоимостью одного квадратного метра общей площади в г. Иркутске, достигающей 350-650 долларов за один квадратный метр и остающейся одной из самых высоких в Сибирском регионе.

3. Преимущественным наполнением рынка элитным жильем при острейшем дефиците муниципального жилья, особенно в Иркутске, что расходится с потребностями населения и приобретает масштабы серьезной социально-экономической проблемы.

Для освоения новых технологий, как правило, требуются значительные капиталовложения, которыми жилищное строительство области в настоящее время не располагает. Это обстоятельство, а также высокая потребность рынка в «муниципальном» жилье (с определенным уровнем комфорта) заставляют обратиться к сохранившимся еще мощностям крупнопанельного домостроения, однако на новом качественном уровне. По данным Госстроя России доля вводимого в Российской Федерации жилья в крупнопанельном исполнении хотя и снизилась в последние годы в 2 раза, однако составляет еще не менее четверти. При всех недостатках крупнопанельного домостроения за ним все же сохраняются два преимущества: высокие темпы строительства и **высокая сейсмостойкость.**

Институт земной коры СО РАН, ОАО «Ангарское управление строительства», ООО «Спецпроект» и ГУП «Оргстройпроект» при содействии администраций гг. Ангарска и Иркутска разработали и приступили к внедрению программы модернизации 9-этажных крупнопанельных жилых домов серии И-163.02.

Типовой проект этой серии разработан институтом ЛенЗНИИЭП в 1977 году для строительства в районах с сейсмичностью 7 баллов. По своей конструктивной схеме жилые дома серии И-163.02 представляют собой

перекрестно-стеновую систему, образованную поперечными несущими железобетонными стенами, установленными с шагом 3.0 и 3.6 м, и продольной внутренней стеной из тяжелого бетона. Размеры рядовой блок-секции в плане 25,2×11,4 м. Высота цокольного этажа 2,4 м; высота типовых этажей 2,8 м. Масса одной рядовой блок-секции составляет около 5500 т. **Пространственная жесткость и устойчивость блок-секции обеспечиваются совместной работой поперечных и продольных стен, а также плит перекрытий, соединяемых на монтаже при помощи сварки закладных деталей.** Принятые в типовом проекте однослойные наружные стены из газозолобетона М50 (класс В3,5) являются самонесущими, участвующими в восприятии сейсмических нагрузок в продольном направлении. В г. Ангарске Иркутской области более чем за двадцать лет построено домов этой серии общей площадью около 500 тыс. кв.м. (рис.1).



Рис.1. Опытные 10-этажные блок-секции серии И-163.02 в г. Ангарске (слева – подвергнутая вибрационным испытаниям, справа – контрольная)

Программе модернизации предшествовали экспериментальные и расчетно-аналитические исследования сейсмостойкости жилых домов серии И-163.02, выполненные Институтом земной коры в 1992-93 годах. Объектом испытаний послужила одна из двух блок-секций жилого дома. В отличие от типовых 9-этажных домов обе блок-секции были возведены в 10-этажном варианте с наружными стенами из газозолобетона и с уровнем сейсмоусиления 7 баллов. На момент испытаний на обеих 10-этажных блок-секциях был завершен монтаж конструкций (кроме технического этажа той блок-секции, которая подвергалась испытаниям), сварены и заделаны раствором все монтажные соединения элементов. Масса блок-секции составила примерно 90% от расчетной. Вибрационные испытания проводились на одной из блок-секций, при этом вторая рассматривалась в качестве неповрежденного аналога. Вибрационные испытания проводились при помощи вибромашины типа В-3, установленной на перекрытии над 10-этажом. Сначала происходило нагружение блок-секции в продольном

направлении, а затем в поперечном направлении. Длительность нагружения на каждом этапе составила от 60 до 150 сек. Оценка состояния жилого дома при сейсмических воздействиях по результатам вибрационных испытаний выполнялась в соответствии с методикой, предложенной ЦНИИСК им.Кучеренко и КазНИИССА [1]. В результате испытаний достигнуты:

- максимальные инерционные нагрузки, превысившие расчетные 7-балльные нагрузки согласно СНиП II-7-81* [2] в 2 раза в продольном и в 1.8 раза в поперечном направлении;

- период резонансных колебаний в процессе нагружения увеличился в продольном направлении в 1,65 раза, в поперечном в 1,18 раза.

В целом после завершения вибрационных испытаний в продольном и поперечном направлениях повреждения опытной блок-секции не превышали 1-2 степени по шкале MSK-64, однако повреждения в наружных стеновых панелях из газозолобетона – сквозные трещины, были классифицированы как тяжелые (3-я степень по шкале MSK-64).

Отмечена также значительная податливость отдельных конструктивных узлов во внутренних стеновых панелях, в особенности в местах пересечения перемычек поперечного и продольного направлений. Массовые повреждения стеновых панелей из газозолобетона (до 50%), послужили основной причиной снижения жесткости здания в продольном направлении. Для устранения трещин в стеновых панелях из газозолобетона, получивших дальнейшее раскрытие в процессе испытаний, был использован метод инъектирования полимеррастворов с помощью ПАСШ по технологии ТбилЗНИИЭП [3].

Проведенные испытания и расчетно-аналитический анализ результатов создали надежную техническую основу для дальнейшего совершенствования зональных проектов серии И-163.02. С учетом результатов испытаний был разработан конструктивный вариант зонального типового проекта с применением блок-секций этой серии в 10-этажном варианте для районах с сейсмичностью до 8 баллов включительно. Введение трехслойных железобетонных панелей для наружных стен взамен малопрочных однослойных газозолобетонных заметно повысило надежность всей конструктивной системы жилых домов серии И-163.02/94. Увеличение жесткости (в 1,7 раза) было оценено на основании инструментальных данных по соотношению периодов основного тона колебаний 10-этажных блок-секций с газозолобетонными наружными стенами и с трехслойными железобетонными, которые оказались соответственно равными 0.4с и 0.3с. Кроме того, прочностные испытания, проведенные на кафедре строительных конструкций Иркутского государственного технического университета (ИрГТУ) под руководством проф. А.Д.Федорова показали что прочность панели из тяжелого бетона в 3 раза превосходит прочность аналогичной панели из газозолобетона (рис.3). Трехслойная стеновая панель с дискретными связями [4] работает вплоть до разрушения как единая конструкция. Максимальная сдвигающая сила для одной дискретной связи составила около 20 кН. Натурные испытания по определению термического сопротивления 3-

слойных стеновых панелей на дискретных связях проводили сотрудники кафедры строительных материалов ИрГТУ под руководством В.Г.Житова. Оценка фактического уровня термического сопротивления ограждающих конструкций с учетом всех включений («мостиков» холода в местах установки дискретных связей) установлена для панелей различных типов: с оконным проемом, с балконной дверью и глухой. Тепловая эффективность панелей для блок-секции в целом находится на уровне нормативных требований.



Рис.3. Схема прочностных испытаний трехслойной стеновой панели на дискретных связях

В целях внедрения конструктивного варианта в строительство, разработаны в соответствии с повышенными требованиями и внедрены в строительство в 1996-2002 годах блок-секции с улучшенными планировочными и архитектурными решениями. В дополнение к рядовой блок-секции разработана угловая блок-секция, что существенно повысило градостроительную маневренность серии. Фактически на базе типовой серии создано новое поколение крупнопанельных жилых домов, выгодно отличающихся от традиционной панельной застройки наших городов.

Большая часть перечисленных разработок внедрена при строительстве 80-квартирного жилого дома и жилых домов для малосемейных на 180 квартир в Иркутске (рис.4), а также группы 10-этажных жилых домов в одном из военных городков областного центра. Всего к настоящему времени возведено 15 блок-секций модернизированной серии с общей площадью 38 тысяч кв.м. Идет строительство группы жилых домов модернизированной серии на 220 квартир для Иркутского авиационного завода – филиала «Корпорация ИРКУТ». Блок-секции модернизированной серии И-163.02/94 применяются также в застройке г. Ангарска.



Рис.4. Модернизированная блок-секция серии И-163.02/94 в г. Иркутске

Два разрушительных землетрясения в Турции (17.08.1999 г. и 12.11.1999 г.) и одно на Тайване (21.09.1999 г.) показали **повышенную уязвимость каркасных зданий**, ранее считавшихся достаточно надежными с точки зрения сейсмостойкости [5, 6, 7,8]. В то же время здания с монолитными несущими и крупнопанельными стенами от землетрясения к землетрясению неуклонно показывали высокую надежность. Даже при Спитакской катастрофе 1989 года при массовом обрушении 9-этажных каркасно-панельных домов серии 111 крупнопанельные здания практически не пострадали. Результаты инженерного анализа последствий землетрясений последних лет получили отражение и в нормативных документах. СНиП II-7-81* [2] для районов с сейсмичностью 8 баллов допускает возведение зданий с монолитными стенами высотой 20 этажей, а крупнопанельных – высотой 12 этажей, в то время как высота каркасных зданий ограничена соответственно 12-7-5-ю этажами в зависимости от способа восприятия сейсмической нагрузки (железобетонные диафрагмы жесткости – рамный каркас с заполнением – рамный каркас без заполнения). В проекте норм СНГ «Строительство в сейсмических районах» [9] крупнопанельные здания приравнены к зданиям с несущими стенами из монолитного железобетона. Все это свидетельствует о высокой надежности панельной системы при сейсмических воздействиях и их малой уязвимости. Особое значение этот вывод приобретает для городов, расчетная сейсмичность территории которых была повышена с введением карт Общего сейсмического районирования ОСР-97 по сравнению с ранее действовавшей картой ОСР-78.

Таким образом, широкий научно-технический и производственный эксперимент по модернизации панельной серии свидетельствует о том, что в нынешних условиях **преждевременно сбрасывать со счета крупнопанельное домостроение, как конструктивно-технологическую систему** для жилой застройки. Особенно этот вывод справедлив для районов с высокой сейсмичностью, в которых крупнопанельные здания проявили себя как одна из наиболее надежных и малоповреждаемых конструктивных систем. Опыт показывает, что гораздо выгоднее **идти по пути модернизации**

панельного домостроения, постепенно уменьшая его относительную долю до экономически и социально оправданных объемов и заменяя КЖД более прогрессивными технологиями по мере улучшения инвестиционного климата в капитальном строительстве.



Замечание: К сожалению, весьма полезные сведения и рекомендации данной статьи рассмотрены вне связи с грунтовыми условиями и конструкциями фундаментов. Без этого системного подхода статья неполноценна.

Литература

1. Поляков С.В., Килимник Л.Ш., Жунусов Т.Ж., Ицков И.Е., Никипорец Г.Л. Методика анализа результатов вибрационных испытаний зданий и крупномасштабных моделей// Строительная механика и расчет сооружений, 1986, № 2.
2. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. СНиП II - 7-81*// М., 2000.
3. Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами, ТбилЗ-НИИЭП Госкомархитектуры// М., Стройиздат, 1990, 260с.
4. Бержинская Л.П., Иванькина Л.И., Ордынская А.П. Обеспечение сейсмостойкости крупнопанельного здания со сварными стыками при замене однослойных газозолобетонных стен на трехслойные железобетонные.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, М., ВНИИТПИ, 2001, № 5, с.12-15.
5. Айзенберг Я.М. Землетрясение в Турции 17 августа 1999 г.// Сейсмостойкое строительство, 1999, № 6, с.32.
6. Айзенберг Я.М. Два разрушительных землетрясения в Турции за три месяца 1999 года.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, М., ВНИИТПИ, 2000, № 1, с.54-57.
7. Айзенберг Я.М. Землетрясение на Тайване 21 сентября 1999 г. (М 7,6) // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, М., ВНИИТПИ, 2000, № 1, с.58-60.
8. Ицков И.Е. Последствия разрушительного землетрясения в Турции 17 августа 1999 г.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, М., ВНИИТПИ, 2001, № 1, с.49-54.
9. Международные Строительные Нормы СНГ. Строительство в сейсмических районах (Проект) 2002г. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, М., ВНИИТПИ, 2002, № 3, с.27-54.

3.3. СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЕТОМ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН И ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЙ ЗДАНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ. Ю.А. Шишков. Проектирование и строительство в Сибири, № 2, 2003 г.

Очевидно, что при выборе систем сейсмоизоляции фундаментов в целях максимального повышения надежности должны учитываться экстремальные и

наиболее неблагоприятные условия сейсмических воздействий, характерные для рассматриваемого региона.

Заслуживает особого внимания выяснение причин разрушения отдельных конструкций и в целом объектов, запроектированных в строгом соответствии с действующими строительными нормами.

Обеспечить максимальную надежность зданий и сооружений, причем не только особо ответственных, но и жилых зданий можно только с использованием специальных решений сейсмозащиты.

Краткий анализ систем сейсмоизоляции с выявлением их принципиальных особенностей, приведен в целях наглядности и систематизации в таблице.

№ п/п	Наименование сейсмозащиты	Принципиальные преимущества и недостатки решений сейсмозащиты
1	Решения фундаментов с сейсмоизолирующим скользящим поясом	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наиболее массовое решение сейсмозащиты в отечественном строительстве. За счет скольжения опор достигается снижение только горизонтальных сейсмических воздействий, хотя и с демпфированием. 2. Достоверность полученных результатов испытаний их с использованием вибромашин вызывает сомнение, особенно если учитывать влияние вертикальных толчков и кручения при реальных землетрясениях. 3. Возврат опор в исходное положение при смещении вызывает сомнение. Во всяком случае, надежность срабатывания возврата фундаментов и в целом здания значительно уступает другим возможным решениям сейсмозащиты, при использовании которых самопроизвольный возврат опор может быть абсолютно гарантирован.
2	Решение свайных фундаментов с сейсмоизолирующей подушкой	Достаточно надежное решение, особенно в слабых грунтах. Обеспечивает частичную защиту от горизонтальных сейсмических воздействий и кручения за счет податливости (гибкости) свай, но в целом безусловно уступает более эффективным решениям сейсмозащиты.
3	Решения с динамическими гасителями колебаний	В сейсмических условиях, особенно для каркасных зданий, изменяющих свою конструктивную схему с учетом непредсказуемости сейсмических воздействий, а также разрушений отдельных узлов и элементов, использование динамических гасителей колебаний в массовом строительстве нецелесообразно.
4	Катковые опоры М. Вискордини	<ol style="list-style-type: none"> 1. Идеальное обеспечение защиты от горизонтальных толчков и кручения, но сверхповышенная чувствительность сооружения к динамическим воздействиям. Необходимость дополнительной защиты от вертикальных толчков и резонанса, а также обеспечения демпфирования при горизонтальных воздействиях и самопроизвольного возвращения фундаментов в исходное положение. 2. Требуются мероприятия по обеспечению жесткости и устойчивости зданий и сооружений, особенно при повышенной их этажности.

<p>5 Резинометаллические опоры между несущими конструкциями здания и фундаментом (вместо резины может использоваться, например, слой нео-прена). Известен вариант резинометаллических опор со свинцовым сердечником</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Достаточно эффективное решение сейсмоизоляции и, очевидно, наиболее массовое при использовании в зарубежном строительстве [4, с.8-9]. 2. Недостатки: <ul style="list-style-type: none"> • высокая сложность изготовления и стоимость; • значительное количество опор; • повышенный дискомфорт проживания при эксплуатации здания, возникающий от действия ветровых нагрузок; • данное решение сейсмоизоляции следует применять в комплексе с другими средствами сейсмозащиты; • ограниченный срок эксплуатации опор (даже при использовании неопрена составляет только порядка 50 лет); • неоправданное использование свинцовых прокладок вместо резины, тем более если известны другие меры сейсмозащиты, причем более долговечные, чем металлические опоры.
<p>6 Кинематические опоры Назина В.В. в виде эллипсоидов вращения (диаметром 6,0 см и высотой 5,8 см)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экспериментальные исследования показали, что часть опор под действием веса здания разрушилась, а применение опор небольшого размера не обеспечивает сейсмоизоляцию сооружения [3, с.126]. 2. Не обеспечивается защита фундаментов от вертикальных толчков.
	<p>3. Окончательное мнение об эффективности решения можно получить, очевидно, только после проверки построенного здания реальным землетрясением. При этом в дальнейшем при использовании опор можно было бы рекомендовать увеличение их габаритных размеров и отсыпки между ними неуплотненного песка с устройством воздушного зазора в верхней зоне с целью демпфирования и "подстраховки" несущего основания при разрушении опор.</p>
<p>7 Кинематические опоры Черепинского Ю. Д.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение защиты от горизонтальных толчков и кручения. 2. Отсутствие защиты на вертикальные нагрузки даже чисто теоретически. 3. Практически точечное опирание на опорные конструкции фундаментов (при вертикальных толчках может происходить разрушение бетона в месте контакта кинематической опоры и фундамента, возникает необходимость выпалнения их металлическими). <p>При применении опор из металла необходима эффективная защита их от коррозии, что является проблематичным в грунтовых условиях при высоком уровне грунтовых вод.</p> <p>4. Вызывает сомнение надежность шарнирного узла при сейсмических воздействиях, особенно несущая способность шарнирных креплений с учетом кручения.</p> <p>Очевидно, что все конструкции, передающие нагрузки на кинематические опоры, должны быть объединены единым ростверком, что не всегда возможно, например, при больших пролетах одноэтажных зданий.</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Кинематические опоры достаточно высокие. В районах со значительными ветровыми нагрузками (Камчатка, Сахалин и др.) могут возникнуть проблемы с колебаниями зданий от ветровых нагрузок, тем более высоких многоэтажных зданий, в которых дискомфорт может наблюдаться и при более низких ветровых воздействиях. 6. При отсутствии соответствующих мероприятий значительное раскачивание здания при землетрясениях (даже небольших, силой, например, 7 баллов) будет тяжелым испытанием для проживающего в нем персонала. 7. Расчеты зданий и сооружений на указанных опорах должны выполняться только специализированными организациями, что является препятствием для их массового внедрения.
<p>8 Сейсмостойкий фундамент с применением катковых опор двух типоразмеров, вдавливаемых под собственным весом здания (по патенту №1774976 Шишков Ю. А. и др. 1990г.). Имеются публикации в отечественной и зарубежной технической литературе. Краткое описание решений сейсмоизоляции по п.8,9,10 приведено ниже в данной статье</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение сейсмозащиты от всех видов сейсмических воздействий (горизонтальных, наклонных, вертикальных толчков, а также кручения и резонанса). Отсутствие резких колебаний здания за счет демпфирования. 2. Техническое решение не выходит за пределы представления о проектировании обычных фундаментов с учетом требований СНиП. Проектирование их может выполняться любой проектной организацией, имеющей обычную лицензию с правом проектирования в сейсмических районах. 3. В целях подстраховки основания используется уплотненная песчаная засыпка между опорами. В качестве опор могут быть использованы каменные валуны с окатанной поверхностью. 4. Использование в основном природных материалов и железобетона обеспечивает максимальную долговечность сейсмозащиты в сотни лет. Техническое решение отличается исключительной простотой при производстве работ.
<p>9 Фундамент сейсмостойкого здания, сооружения из шаровых опор, расположенных в выемках в шахматном порядке (по авт. свид. СССР № 1723263. НГПИ. Шишков Ю. А. и др. 1989г.)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплексное обеспечение сейсмозащиты от всех видов сейсмических воздействий. 2. Обратное смещение опор в исходное положение обеспечивается под собственным весом здания.
<p>10 Сейсмостойкий фундамент в слабых грунтах с использованием свайного ростверка и сейсмоизолирующей подушки, а также решений по авт. свидетельству № 1723263</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплексное обеспечение сейсмоизоляции от всех видов сейсмических воздействий. 2. Создание экрана по периметру зданий при высоком уровне грунтовых вод, выполняющего двойную роль. В период строительства для защиты котлована от грунтовых вод, а после возведения в качестве сейсмозащиты подземной части зданий. 3. Оптимальное решение особенно для зданий повышенной этажности. При необходимости по периметру в сухих грунтах могут быть проложены коммуникации. Все демпфирующие устройства расположены в сухих грунтах, что позволяет максимально повысить их долговечность, а в необходимых случаях производить осмотр и замену.

Свои разработки (8, 9, 10) автор затем описывает отдельно и приводит рисунки. На рис.2 условно показано принципиальное решение фундамента по варианту 9 в виде фундаментной плиты 1, размещенной на шаровых опорах 2, расположенных в выемках 3, имеющих горизонтальное дно и наклонные

стенки, выполненные в скальном или бетонном основании 4. Размер дна выемки, круглого в плане, назначается в зависимости от диаметра шаровых опор, но не менее горизонтального смещения основания при сейсмических воздействиях. Шаровые опоры размещены в выемках произвольно. Они могут выполняться из различных материалов, например, металла, железобетона или сталебетона.

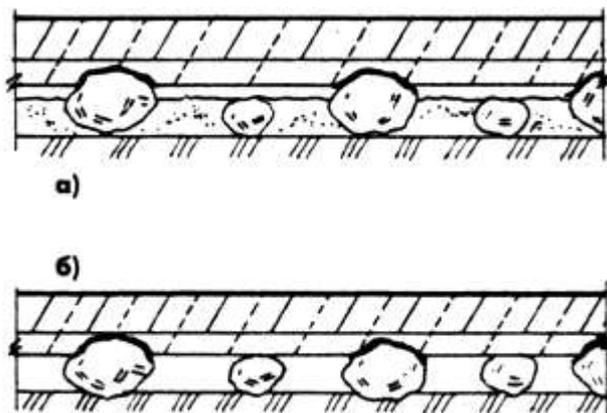


Рис. 1. Поперечный разрез сейсмостойкого фундамента до осадки здания (а) и после стабилизации осадок (б)

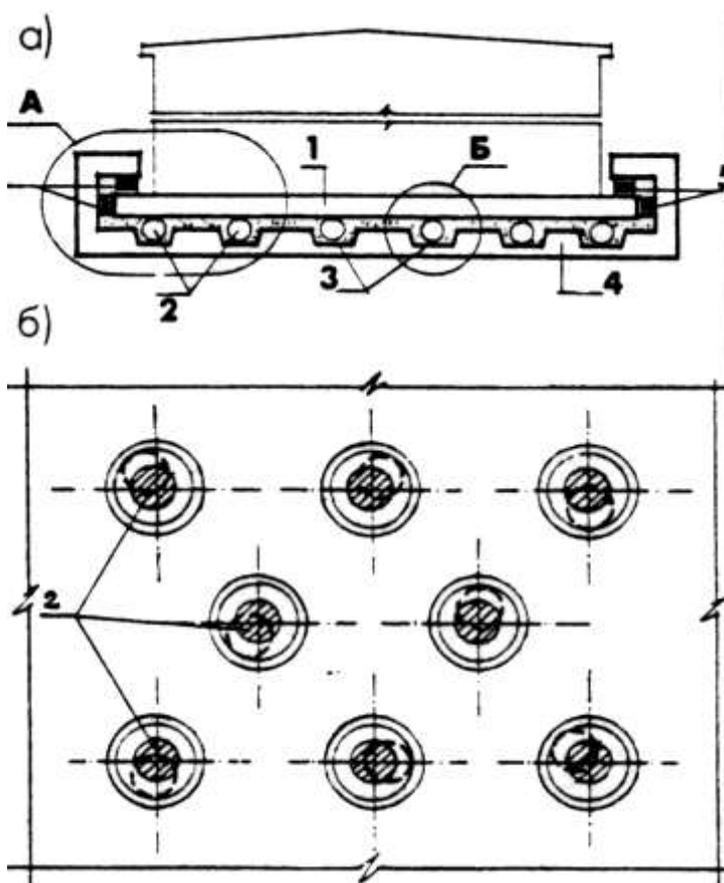


Рис. 2. Поперечный разрез сейсмостойкого фундамента до осадки здания (а), возможное положение опор при землетрясении (б)

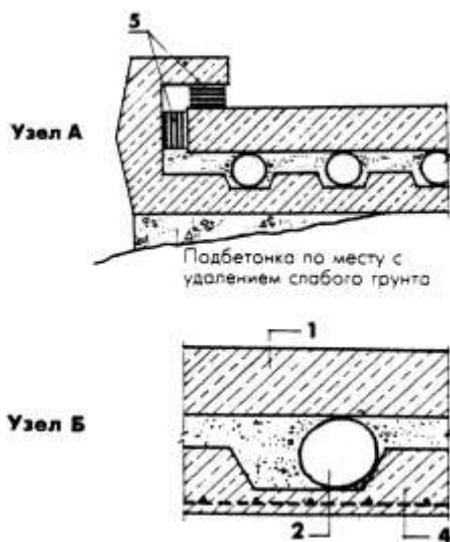


Рис. 3. Узлы А и Б

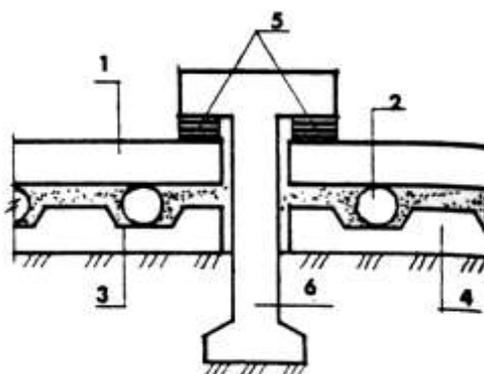


Рис. 4. Промежуточная опора с устройством демпферов для снижения воздействий от вертикальных сейсмических толчков

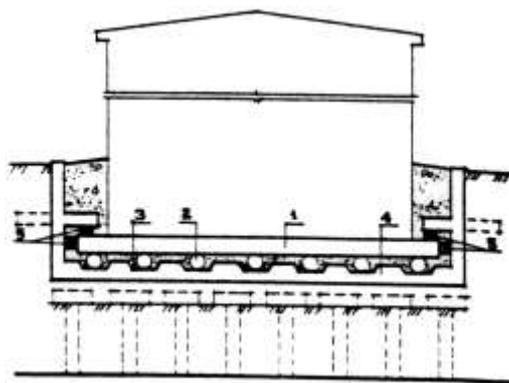


Рис. 5. Сейсмостойкий фундамент в слабых грунтах с использованием свайного ростверка и сейсмоизолирующей подушки

3.4. СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ОБЪЕКТОВ: ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЙ, ПРОБЛЕМЫ, НАДЕЖНОСТЬ. Ю.А. Шишков. Проектирование и строительство в Сибири № 5, 2003 г.

Землетрясения, как стихийные силы природы, неизбежны, наша наука и в целом человечество пока не могут управлять этими процессами и даже прогнозировать их с необходимой точностью. Остается одно – использовать возможности уменьшения их воздействий на объекты и негативного влияния на людей, в том числе конструктивного снижения колебаний зданий и сооружений, а следовательно, и повышение надежности при сейсмических воздействиях любой интенсивности, зачастую не используемые при проектировании. Поэтому очень важно иметь информацию о том, как это можно сделать, не вкладывая значительных средств, затрат и усилий.

Выделим главное: сейсмозащита объектов должна быть комплексной от всех возможных сейсмических воздействий (горизонтальных, наклонных, вертикальных толчков, а также кручения и резонанса), тогда она будет надежной.

В этом случае решения по защите объектов устройством специальных сейсмоизолирующих фундаментов способны защитить и подземную, и надземную части, если эти устройства отвечают вышеуказанному условию, причем сейсмостойкость объектов практически не будет зависеть от интервалов между сейсмическими толчками. Ограничение универсальности воздействий – *применение, например, сейсмоизолирующих опор, не учитывающих вертикальные толчки (что как раз характерно для эпицентральных зон) является полумерой, не обеспечивающей абсолютную надежность.*

Другое дело, как быть с существующими и вновь проектируемыми объектами в районах сейсмичностью до 6 баллов включительно, на которые не распространяются действие СНиП II-7-81*.

Рассматривая эту проблему выделим хотя бы два аспекта. Первый – природа зачастую действует не по «правилам» (может быть, например, 2 толчка силой 5 и 6 баллов с небольшим интервалом, эквивалентных 7 баллам по воздействию на здание в зависимости от расположения эпицентра и удаленности его), кроме того, идет постоянное повышение нормируемой сейсмичности.

Попытаемся кратко обобщить основные косвенные причины разрушений объектов при землетрясениях до 6 баллов.

1. Недостаточная надежность оснований и фундаментов по разным причинам, в том числе:

- применение фундаментов мелкого заложения на естественном основании в слабых и текучих грунтах (так как фактически в этих условиях происходит повышение интенсивности сейсмических толчков, *что нормами при 6 баллах не учитывается*);
- неравномерное заглубление столбчатых фундаментов одновременно в прочные грунты и слабые, в том числе насыпные;
- наличие неравномерной толщи слабых грунтов в основании фундаментов, залегающих над прочными скальными грунтами, например, на склонах;
- применение фундаментов в виде балочной плиты с ребрами, обращенными не вверх, а вниз, что препятствует скольжению грунтов по подошве;
- наличие подвалов под частью зданий и т. д.

2. По надземной части зданий и сооружений:

- наличие протяженных зданий и сооружений без осадочных швов и деформационных;
- отсутствие деформационных швов в зданиях в местах перепада высот, а также изменений конфигурации в плане.

Некоторые конструктивные решения, повышающие сейсмостойкость объектов и их надежность:

- Использование всех видов свайных фундаментов, в том числе с уширением в виде пяты для повышения несущей способности на вертикальные нагрузки;

- Применение сборных железобетонных свай, погружаемых в лидерные скважины до уровня грунтовых вод с уплотненным забоем для создания уширений из щебня или железобетона.
- Фундаменты в виде плит или перекрестных лент.
- Решение с сейсмоизолирующей подушкой на свайном основании.
- Использование методов уплотнения или упрочнения грунтов в основании фундаментов любым известным способом.
- Использование специальных экранов из полимерных листов по боковой поверхности подвалов в виде геомембран с точечным креплением и устройством прослойки из материалов, поглощающих динамические и сейсмические колебания.
- Выполнение в проектах кирпичных зданий по контуру их монолитных железобетонных поясов в уровне перекрытий, а между ними поясов из армошвов. Причем обязательно предусматривать пояса в уровне подвалов и верхних этажей. Ограничивать использование несущей способности кирпичной кладки в сравнении с нормативной.
- Осуществлять усиление отдельно стоящих кирпичных шахт лифтов, а возможно и лестничных клеток монолитными железобетонными поясами.
- Не допускать случаи перерезывания рам в дисках перекрытий проемами.
- Рекомендуется ограничить использование индивидуальных каркасов зданий по Чебоксарской технологии и конструкций безригельного варианта с учетом их особенностей 12 этажами.
- Применение для зданий повышенной этажности стальных каркасов с дополнительными связями по фасаду (назначаемыми конструктивно) в виде полураскосной или порталной решетки с фасонками кольцевого типа в качестве энергопоглотителей при землетрясениях.
- Использование сейсмостойких фундаментов.
- Повышение сейсмостойкости наиболее ответственных существующих и вновь проектируемых зданий и сооружений устройством защитных экранов из цепи скважин в грунте по периметру, заполненных материалами, поглощающими сейсмические колебания.
- Ввести в состав пояснительных записок рабочих проектов специальный раздел по обеспечению требований повышения сейсмостойкости в условиях балльности от 6 и выше.

3.5. СЕЙСМОСТОЙКИЕ ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ. Ю. А. Шишков. Проектирование и строительство в Сибири, № 2, 2004 г.

Повышение этажности зданий в Новосибирске и других городах Сибири становится реальным фактором, несмотря на все имеющиеся сложности проектирования и строительства указанных объектов.

Уже сейчас имеются заказчики, вынашивающие подобные идеи и готовые вкладывать средства в осуществление таких проектов. Давно пройден барьер массового строительства 16-ти этажных зданий, построены отдельные

объекты более высокой этажности. В самой ближайшей перспективе – возведение объектов высотой 25 и более этажей.

К сожалению, за последнее время слишком частыми стали неудачи при строительстве и эксплуатации объектов, причем даже гораздо меньшей сложности и этажности.

При проектировании объектов повышенной этажности должны учитываться, в первую очередь, два основных условия:

- Здания эти уникальные и первое условие состоит в том, что к разработке техдокументации их должны привлекаться проектные организации, имеющие лицензии на проектирование объектов 1-го уровня ответственности.
- Второе условие – это неприемлемость традиционных подходов и технических решений при проектировании, **в частности, фундаментов, необходимости повышения расчетной сейсмичности до 7 баллов в районах сейсмичностью 6 баллов на площадках с грунтами III категории** по сейсмическим свойствам согласно СНиП II-7-81*.

Анализ рассматриваемых предложений приведен ниже для конкретно проектируемого объекта – 22-х этажного здания с техническим и двумя подземными этажами Бизнес-центра по ул. Революции в г. Новосибирске (итого каркас имеет 25 этажей).

Здание характеризуется небольшими габаритами в плане (порядка 30x30 м), причем со скошенной угловой частью. Поэтому его очертания в плане принято в виде пятиугольника, стороны которого, обращенные на запад и север, имеют размеры порядка 7,2 м. По сути – это башня высотой 77,7 м. Шаг колонн нерегулярный, в основном 7,2x7,2 м.

Хотя конструктивное решение стального каркаса не разработано, можно отметить, что в целом он принят с использованием индивидуальных решений и нетиповых конструкций, причем при наличии больших пролетов и элементов, работающих в экстремальных условиях с учетом кручения при общей высоте каркаса (включая подземные этажи) – 84,3 м.

Поэтому рассматриваемый объект по ряду оценок и показателей является уникальным и должен относиться к объекту I-ой степени ответственности особой важности (по данным последней конференции по сейсмостойкому строительству с участием стран СНГ в г. Сочи в 2003 г. **по предложению Академии Наук Украины и др. рекомендуется отнесение зданий выше 12 этажей к I-ой степени ответственности с целью повышения сейсмостойкости при нормируемой сейсмичности 6 баллов**, что позволяет повысить их надежность увеличением сейсмичности согласно СНиП II-7-81* на 1 балл, то есть расчетная сейсмичность для них составит 7 баллов).



Данную рекомендацию красноярским строителям и проектировщикам целесообразно принять для исполнения!

Недавние события в Иране показали, насколько разрушительным может быть землетрясение силой 6,3-6,7 баллов. Землетрясение в Сан-Франциско в

1994 году силой всего лишь 6,7 балла было самым разрушительным в прошлом столетии в Америке. Для жителей Западной Сибири и Алтая наиболее убедительным аргументом являются последствия землетрясения 27 сентября 2003 года. Например, здание школы в районном центре Чоя Республики Алтай при сейсмическом воздействии силой 4-5 баллов находится в аварийном состоянии. Как часто в оправдание мы любим ссылаться на стихийные силы природы, на строителей, которые не доложили цемент и т. д. и вообще умны задним числом! Но как показывает практический опыт обследованных объектов, надежность зданий обеспечивается проектом – правильностью принятых принципиальных решений. Суть дела состоит в том, что каждое землетрясение носит индивидуальный характер, и разрушения зависят от сочетания толчков и их направленности, при этом решающее значение имеет влияние кручения. При проектировании надо все это учитывать. Если защита предусмотрена от части сейсмических воздействий, то надежность может оказаться недостаточной. Например, разрушению в Сан-Франциско подверглись и недавно построенные современные здания. Причина – наличие гибких первых этажей, а также изменение сечений по высоте, наличие выступающих консолей, плохая работа на кручение отдельных конструкций и в целом зданий, отсутствие ядер жесткости и т. д.

С другой стороны, учитывая особенности здания, очень важно знать, как можно преодолеть имеющиеся недостатки. Например, современные средства и технические возможности позволяют существенно снизить влияние расчетных сейсмических воздействий на контакте оснований и фундаментов и повысить показатели надежности.

Анализ основных факторов, влияющих на выбор вариантов фундаментов:

1. Очень высокое здание и сравнительно небольшие габариты фундамента в плане из-за стесненности участка (возможен отрыв подошвы и нежелательный крен здания из-за неравномерного замачивания грунтов в основании). Отсюда напрашивается вывод о целесообразности повышения заделки фундамента (на которые опирается каркас) в толще основания. Может быть даже не абсолютно жесткой заделки, а хотя бы частичной, обеспечивающей устойчивость и абсолютную надежность, исключаящую отрыв от грунта основания.

3. Значительные горизонтальные нагрузки на здание, даже только от ветровых воздействий. Возникает проблема, как их воспринимать при использовании традиционных свай небольших сечений (30,0-40,0 см), несущая способность которых, как известно, весьма незначительна.

4. Очень большие нормативные отклонения каркаса и перемещения этажей, даже только от ветровых нагрузок (до **15,0 см**), негативно влияющие на работающий персонал.

5. С целью снижения горизонтальных нагрузок на сваи от сейсмических воздействий желательно применить решение с сейсмоизолирующей подушкой, что вступает в противоречие в обычном традиционном исполнении

с требованиями вышеизложенных пунктов, и все же в принципе возможно при соответствующих конструктивных мероприятиях, приведенных ниже.

6. Есть еще один фактор, трудно поддающийся рассмотрению, например, при экспертизе. Имеются ввиду расчеты каркаса, выполненные на ЭВМ. Они сверхточные, запасов в них нет, но самое главное, проверить их практически невозможно. Результаты их подчас противоречат общепринятым канонам.

Поэтому не исключено, что аварийные ситуации из-за дефицита надежности, подобно аквапарку в Москве, не являются случайными при проектировании и строительстве и могут произойти на других объектах.

Рекомендации по выбору типа фундамента и его принципиальному решению.

1. Необходимо фундаменты запроектировать таким образом, чтобы совместно работали и сваи, и низ ростверка в качестве фундаментной плиты.

До погружения свай под плитой ростверка следует предусмотреть: устройство гравийно-песчаной подушки или подушки из щебня толщиной 20 см, ее укатку катками; укладку насухо одного слоя гидроизоляции, например полимерной пленки ЗАО «Техполимер».

После выполнения свайного поля в промежутках между сваями выполняется местное укрепление грунта инъецированием на глубину, например, 3,0 м. Это повысит работу свай на горизонтальные нагрузки, а также исключит влияние морозного пучения с учетом требований пункта 7.11 СНиП 2.02.03-85.

Фундаментная плита, выполняющая одновременно роль монолитного железобетонного ростверка для свай, является составной частью сейсмостойкого фундамента.

Нижняя плита рассчитывается как плитно-свайный фундамент, армируется сеткой из арматуры в верхней и нижней зонах плиты на дополнительные усилия, не воспринимаемые сваями. Точный расчет ее весьма условен, поэтому решения принимаются, как правило, с запасом, обеспечивающим надежность. С учетом отмеченных особенностей, а также внецентренного расположения лестнично-лифтового блока, возможно проявление кручения при сейсмических воздействиях не только силой 7 баллов, но даже 6 баллов и ниже.

Роль нижней плиты весьма существенна. Включение в работу основания позволяет снизить горизонтальные нагрузки на сваи, что повышает их надежность. Рекомендуемая толщина нижней плиты 140 см.

Сейсмоизолирующая подушка построена на принципе, используемом древними зодчими, уникальные высокие сооружения которых простояли века (в составе песчаных прослоек они использовали каменные валуны и сминаемые прослойки).

Концевые части вертикальных ребер плиты загнуты вовнутрь над верхней плитой по ее периметру с целью обеспечения упора и устойчивости фундаментов и в целом здания при ветровых и сейсмических воздействиях.

Примыкание ребер к торцам и верхней плоскости фундаментной плиты предусмотрено с устройством известного решения металло-резиновых прокладок в качестве гасителей колебаний.

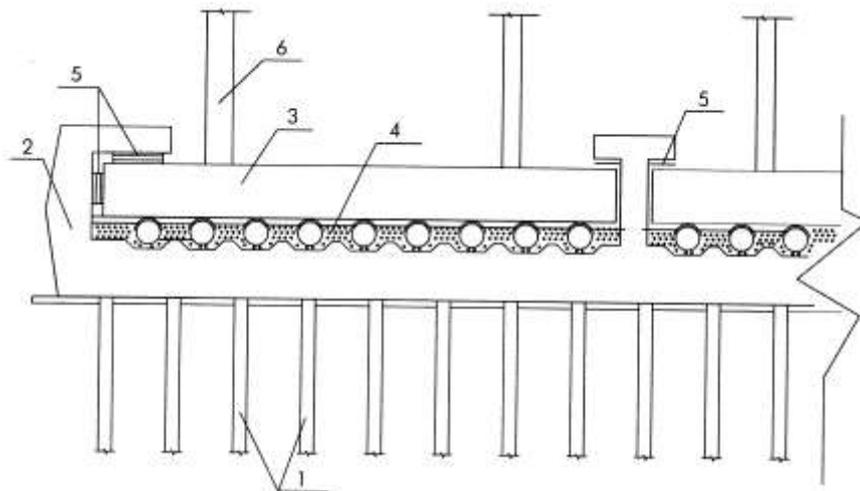


Рис1. Конструкция сейсмостойкого фундамента.

1. Сваи. 2. Нижняя плита. 3. Верхняя плита. 4. Сейсмоизолирующее основание. 5. Демпферы. 6. Колонны каркаса.

3.6. УСТРОЙСТВО ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ В ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ, Ю.А. Шишков Жилищное строительство, №1, 1999 г.

Рассматривается проблема обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений в особо сложных грунтовых условиях, какими являются грунты 2-го типа просадочности.

«Основной отличительной особенностью проектных предложений решения подземной части зданий и сооружений, рекомендуемых для применения в сейсмических условиях при строительстве в просадочных грунтах, является первоочередное выполнение конструкций котлована с укрепленными откосами в виде наклонных стен по периметру здания. Подземная часть многоэтажного каркасного здания **максимально заглублена ниже нулевой отметки**, предположительно на 3-5 этажа, в которых могут размещаться, например, многоярусный подземный гараж, складские или другие помещения, что также является оптимальным с учетом уплотнения городской застройки и высокой стоимости земельных участков.

Для устранения негативного влияния оставшейся просадочной толщи используется традиционное решение с забивными сваями и устройством сейсмоизолирующей подушки между верхом свай со сборными оголовками и днищем монолитного железобетонного экрана. При этом возможно осуществление дополнительных мероприятий активной сейсмозащиты:

применение, наряду с типовыми, свай круглых поперечных сечений, например, гофрированных круглых свай с уширением ствола (пяты) в нижней части, а также устройством демпферов между верхом свай и сборными оголовками;

выполнение второй (верхней) промежуточной подушки из супеси между экраном и низом фундаментной плиты здания, а также катковых опор под плитой этого фундамента;

замена вертикальных стен многоярусного подвала здания наклонными откосами».

На основе сравнительного анализа аналогичных решений был сделан вывод, что такая конструкция в целом позволяет снизить сейсмические воздействия на 2 и более баллов.

Предлагаемые решения позволяют обеспечить максимальную этажность зданий и сооружений, а также рентабельность капложений за счет расширения подземного строительства.

Использование указанных решений целесообразно, например, для многоэтажного круглого в плане здания и т. п. Для малоэтажных зданий высота подвала может быть ограничена 1-2 подземными этажами».



Замечание: Сравнивая этот результат с предложениями кафедры СМиУК видим их перспективность.

3.7. Ю.А. Шишков. СЕЙСМОСТОЙКИЕ ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ КОШ-АГАЧА. Проектирование и строительство в Сибири, № 3, 2004.

Сильное землетрясение в Республике Горный Алтай, произошедшее 27 сентября 2003 года с эпицентром недалеко от районного центра Кош-Агач принесло немало бед населению, явилось причиной разрушения многих объектов.

Характерная особенность его состоит в том, что оно произошло в малонаселенных и отдаленных горных районах. Поэтому, по мнению некоторых специалистов и чиновников, отдельные районы **стали территорией рискованного проживания, причем некоторые зоны в них даже непригодны для размещения населенных пунктов из-за высокой сейсмической активности.** Отметим, что практически ежегодно, например, в Японии происходят сильные землетрясения (а на Камчатке и в зоне Курил до 75% землетрясений всего земного шара), тем не менее, никому до сих пор еще не приходила мысль закрыть эти земли для проживания людей.

Можно, к сожалению, констатировать, что Республика Горный Алтай практически оказалась наедине со своей проблемой, даже в техническом плане извечный вопрос «что делать» остается до конца не решенным (в данном случае нет ясности, **как лучше проектировать и строить здания взамен полностью разрушенных или непригодных для эксплуатации).**

В решении этой проблемы важно использование принципиально новых и наиболее эффективных, а возможно, и более простых технических решений для вновь возводимых и усиливаемых зданий и сооружений.

Далее в статье производится анализ исходных данных и принципиальных решений.

Сначала характеризуются природно-климатические и грунтовые условия Алтая (географическое положение, климат, грунтовые условия). В результате

делается вывод, что при выборе и обосновании принципиальных решений оснований и фундаментов проектируемого здания необходимо их комплексное решение с учетом 3-х основных негативных факторов:

- Высокой сейсмичности не менее 9 баллов;
- Наличия вечномёрзлых грунтов (причем основного типа), залегающих недалеко от поверхности (в рассматриваемом случае на глубине 5,6-7,2 м);
- Возможности повышенного сезонного промерзания крупнообломочных грунтов до глубины 5,5 м.

К этому следует добавить еще и возможность морозного пучения.

К числу немногих положительных факторов следует отнести возможность использования местных гравийно-галечниковых и песчаных грунтов, а также валунов для сейсмоизолирующих подушек, имеющих на площадках.

Конструктивные решения.

В отличие от традиционных решений, надземная часть здания практически полностью отрезана от подземной. Подземная часть имеет соприкосновение с надземной только точечное, на стойках.

Между надземной и подземной частью расположено техническое подполье высотой, например, 30-50 см (чем меньше, тем лучше). Если нужны подземные каналы, приямки или небольшой подвал, то они могут размещаться не только в техподполье, но и под полом с заглублением в грунт между фундаментами здания. Они полностью отрезаны от конструкций здания и никак не влияют на повышение сейсмических воздействий, так как расположены автономно. (Такое решение в практике сейсмостойкого строительства вообще предлагается впервые. Если нужен, например, сухой подвал для жилого дома, он может иметь свое заглубление, свою гидроизоляцию и т. д.).

Краткое описание вариантов.

Описан примерно один вариант. Наружные стены (из любых материалов, предпочтительнее из деревянных брусьев) опираются на обвязочный пояс по периметру здания с использованием металла. Пояс совместно с металлическими балками и деревянными или сборно-монолитными плитами перекрытия образуют жесткий диск в уровне пола 1-го этажа. При использовании кирпичных стен обвязочный пояс лучше выполнить из монолитного железобетона с усиленным продольным армированием и поперечной арматурой из хомутов, работающих на кручение. Стойки фундамента предусмотрены из стальных труб высотой 1,2-1,4 м диаметром (конструктивно) порядка 30 см. В свою очередь, стойки опираются на фундаментные ленты балочного типа по наружному контуру и на столбчатые фундаменты под внутренние опоры, шаг их 3,0-6,0 м. такие конструкции (трубобетонные) очень хорошо работают при сейсмических воздействиях. Прежде всего, они очень прочные, так как несрезаемые. Вместо стоек трубчатого сечения можно применять железобетонные стойки квадратного

сечения, причем, с целью обтекаемости, их можно заключать в кожух из стальных труб – достаточно оптимальное решение, защищающее еще и от морозного пучения грунтов.

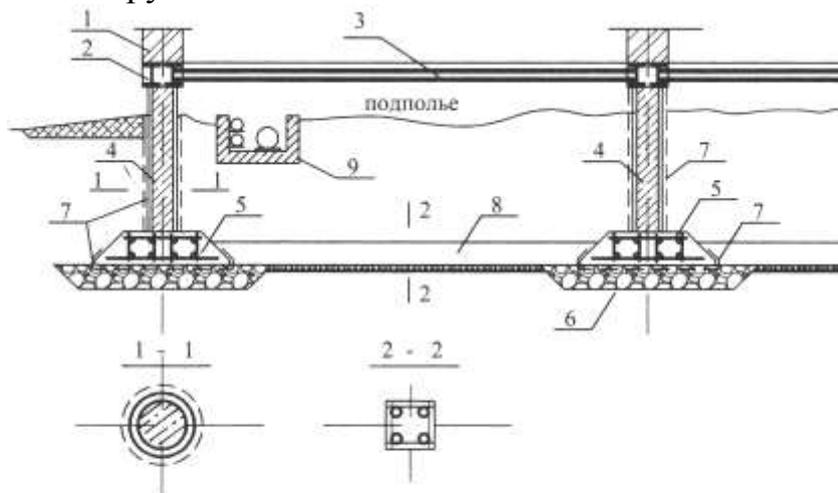


Рисунок 1. Вариант эскизного решения сейсмостойкого фундамента здания с кирпичными стенами (1 – наружные стены, 2 – верхний пояс, 3 – перекрытие (утепление условно не показано), 4 – стойки квадратного сечения с кожухом или труботетонные, 5 – фундаментные ленты, 6 – сейсмоизолирующая подушка, 7 – полимерная пленка, 8 – распорки, 9 – подпольные каналы). Примечание: Для зданий из деревянных конструкций (стен и перекрытий) – решения аналогичны.

Башмаки фундаментов опираются на искусственное основание – сейсмоизолирующую подушку толщиной порядка 20-40 см из гравелистого песка (или крупного или средней крупности песка) с включением мелких валунов окатанной формы размером ориентировочно от 10(15) или 20(30) см.

Поверх сейсмоизолирующей подушки укладываются насухо два слоя полимерной пленки ЗАО «Техполимер» толщиной 1-2 мм. Пленка предохраняет от проникновения цементного молока в песок и обеспечивает снижение силы трения при скольжении в случае сейсмических воздействий.

Обеспечение сейсмостойкости

Продольные и поперечные волны проходят свободно в предусмотренном зазоре между подземной и надземной частями. Их точечное воздействие на стойки очень незначительно в сравнении с обычными традиционными решениями.

Некоторые обобщающие выводы

Принятые решения фундаментов **в принципе могут конструктивно обеспечивать снижение сейсмических воздействий ориентировочно на 2 балла** при условии комплексного учета рекомендуемых решений (вплоть до мелочей).



Примечания: Сложность проблемы сейсмостойкого строительства усугубляется противоречивыми мнениями и рекомендациями различных авторов.

- ❖ Например, Шишков Ю.Л. [19] утверждает, что в Сан-Франциско в 1994 году подверглись разрушению недавно построенные современные здания. «Причина – наличие гибких первых этажей, а также изменение сечений по высоте, наличие выступающих консолей, плохая работа на кручение отдельных конструкций и в целом зданий, отсутствие ядер

жесткости и т. д.». В работе Айзенберга Я.М. [30], наоборот, рекомендуется использование гибких первых этажей.

- ❖ В рекомендациях Шишкова Ю.А. бездоказательно утверждается необходимость максимального заглубления фундаментов (чем глубже – тем лучше), не рассматриваются альтернативные варианты, в частности, патенты КрасГАСА, патенты Липатниковых [31, 32], в которых показана и конструктивно реализуется снижение горизонтальных сейсмических воздействий на фундамент и все здание в целом. Пренебрежение этой замечательной возможностью приводит к необходимости Шишкова Ю.А. к большим конструктивным усложнениям (направленным на преодоление сложностей из-за заглубления фундамента).
- ❖ Кроме этого Шишков Ю.А. не предусматривает пространственной замкнутости и многосвязности верхнего и нижнего строения, которая реализуется в патентах КрасГАСА и соответствует принципу «коробчатости» Смирнова.
- ❖ Отметим, что для вечномерзлых грунтов в сейсмических районах Алтая хорошо бы принять пространственные платформы КрасГАСА [34-37].

3.8. ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ. Ю.А. Шишков. Проектирование и строительство в Сибири, №1 2005 г.

В этой статье автор продолжает развивать свои решения относительно конструкций сейсмостойких фундаментов для строительства на Алтае. Он также утверждает, что такие конструктивные решения с учетом конкретных инженерно-геологических условий снижают сейсмические воздействия на 2-3 балла.

В общих чертах предлагаемое решение выглядит так. Под всем зданием и его подземной частью делается сплошной защитный экран из железобетона. Экран опирается на свая, сверху на нем установлены шаровые опоры. На них опирается сплошная фундаментная плита здания, с боков отделенная от экрана демпферными прокладками. В подвальных этажах сделаны наклонные откосы, облицованные сборными плитами. Для многоэтажных зданий и подвал делается многоэтажным – автор считает, что чем более заглублена конструкция, тем лучше.

Сравнение предложений Ю.А. Шишкова с предложениями кафедры СМиУК КрасГАСА – далее в таблице.

Функциональный анализ решений

**Ю.А. Шишков, ОАО «Новосибирский
государственный проектный институт» [17]**

1. Фундаменты зданий заглубляются, что способствует сбору и увеличению горизонтальных сейсмических воздействий на них. В связи с этими сейсмическими воздействиями и сложными условиями начинается борьба с ними и принятие серии конструктивных решений: свайные фундаменты, сплошной защитный экран по периметру здания, сплошные плиты, шаровые опоры, засыпка сейсмопоглощающим материалом, а также максимальное заглубление здания, что фактически не является рациональным, так как создает трудности при строительстве. Кроме того, имеется достаточный опыт строительства незаглубленных зданий.

2. Сопряжение подземной и надземной частей здания только точечное (по стойкам каркаса), конструкции подвала практически полностью отделены от грунтов основания. Такие сопряжения не создают замкнутой пространственной коробчатой конструкции всей системы: «основание – фундамент – верхнее строение».

Вывод: по мнению Ю.А. Шишкова «предлагаемые технические решения с учетом конкретных инженерно-геологических условий снижают сейсмические воздействия на 2-3 балла». Таким образом, не создается эффективная конструкция повышенной живучести, что не соответствует концепции Федеральной целевой программы сейсмобезопасности.

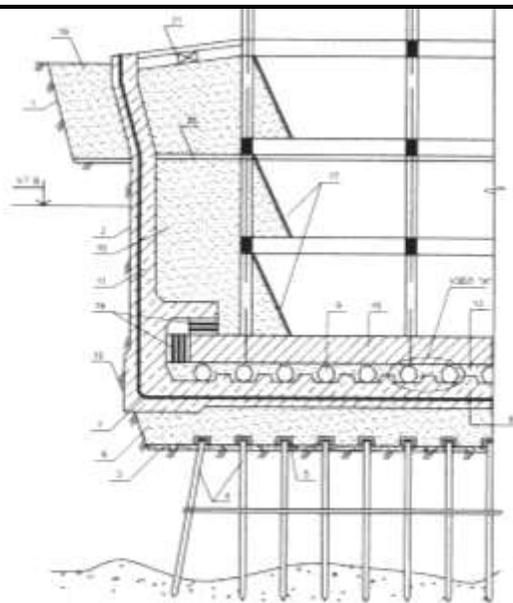
СМиУК, КрасГАСА

1. Пространственный фундамент не заглубляется, скользящий слой между фундаментом и основанием способствует уменьшению горизонтальных, крутильных, колебательных и других сейсмических воздействий под платформой. Вертикальные сейсмические толчки воспринимаются пространственной замкнутой конструкцией здания (см. ниже). При повторных сейсмических воздействиях повреждения практически не накапливаются.

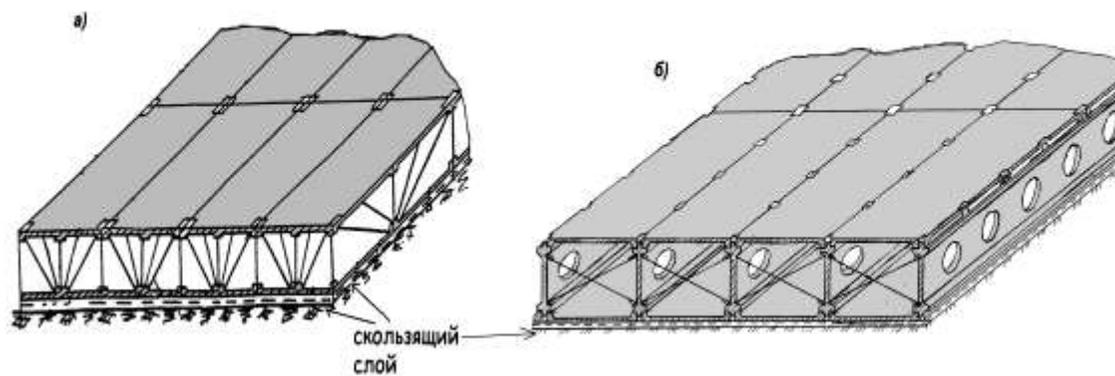
2. Подземная и надземная части здания представляют собой единую пространственную замкнутую коробчатую конструкцию – **замкнутое здание**. На слабых грунтах оно обладает малой чувствительностью к неравномерным осадкам грунта, сейсмическим воздействиям разного вида и обладает **повышенной живучестью** благодаря многосвязности и пространственности.

Вывод: предложенное решение благодаря пространственной платформе и замкнутости здания позволяет обеспечить высокую сейсмостойкость зданий на слабых грунтах при весьма больших сейсмических воздействиях.

Здание школы в с. Новый Бельтир и фундаменты для него:



Предложение Ю.А. Шишкова



Предложение кафедры СМиУК КрасГАСА



3.9. КАЧЕСТВЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОЙ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

Существуют две точки зрения: одна нормативная (по СНиПу) и другая альтернативная.

Представитель альтернативной профессор С.Б. Смирнов [С.Б. Смирнов. Решение проблемы надежной сейсмозащиты зданий и сооружений. ПГС № 10 1999 г] утверждает (по нашему мнению вполне справедливо): «Официальная наука о сейсмике до сих пор не имеет достоверной информации о тех сейсмических воздействиях, которые разрушают здания и сооружения во время сильных землетрясений и категорически отказывается признать реальность. Сейсмологии пока ничего не известно о механизме сейсмических разрушений, а также о свойствах и параметрах порождающих их воздействий.

Об этом свидетельствует множество очевидных факторов и явлений. Главные из них – необъяснимые, перманентные разрушения современных «сейсмостойких» зданий, происходящие вопреки всем нормам и расчетам, а также полное несоответствие формы всех видов сейсмических разрушений зданий тем низкочастотным колебаниям грунта, которые в течение последнего столетия официально считаются единственной причиной разрушения зданий при землетрясениях».

С.Б. Смирнов предлагает перейти «к качественно новой эффективной стратегии сейсмозащиты зданий». Его стратегия содержит восемь принципов, которые «надо развивать и дополнять»:

1. Отбор, анализ и «принятие на вооружение» всех позитивных практических приемов и конструктивных решений по успешной **сейсмозащите зданий**, выработанных веками методом проб и ошибок, а также категорический отказ от использования тех конструкций и материалов, которые всегда проявляют низкую сейсмостойкость.
2. Использование только **многосвязных** строительных конструкций и элементов, имеющих максимальный запас прочности и надежности при минимальной стоимости.
3. Использование только **нехрупких строительных материалов** (в том числе армированных), обладающих достаточной ударной вязкостью, пластичностью и прочностью при сдвиге и растяжении, и категорический отказ от использования хрупких и полухрупких строительных материалов.
4. Обеспечение **плавности форм** строительных конструкций, а также исключение в них и в их элементах резких скачков жесткости, острых углов и зон концентрации напряжений.
5. Частичное или полное **отсечение зданий от их подземной части за счет введения надземной опорной плиты, резко повышающей многосвязность здания**.
6. Использование особых фундаментов, имитирующих скальное основание.
7. Использование коробчатых железобетонных систем при строительстве многоэтажных зданий.
8. Отказ от сварных соединений.

Прокомментируем некоторые из этих принципов с позиций соответствия их изобретениям КрасГАСА о многосвязных зданиях замкнутого типа и пространственной фундаментной платформы.

Предлагаемые здания замкнутого типа имеют многосвязную коробчатую структуру, монтируются из сравнительно легких пространственных сталежелезобетонных (не хрупких) элементов на болтах или на заклепках, не имеют резких скачков жесткости, каждый из материалов находится в выгодных

условиях работы, а главное – не имеют заглубленной части фундамента (как и предложенная пространственная платформа), так что существенно снижена передача на них горизонтальных сейсмических воздействий. Этому способствует устройство скользящего слоя между основанием и фундаментом. В этом смысле имеется отличие и усовершенствование принципов 5, 6, 7, т. е. вместо отсечения надземной части с помощью надземной опорной плиты и применения специальных заглубленных фундаментов, имитирующих скальное основание, предложенные здания замкнутого типа совмещены с фундаментом и **отсечены от основания скользящим слоем**.

Такое решение надежнее и эффективнее. Действительно, надземная пространственная платформа как часть замкнутого здания выполняет функции надземной опорной плиты (по пункту 5 Смирнова) и особого фундамента (по пункту 6 Смирнова), позволяя осуществлять строительство в особых грунтовых условиях.

При этом влияние горизонтальных сейсмических сил существенно уменьшается. Вертикальные сейсмические толчки воспринимаются благодаря пространственной коробчатости и многосвязности всего здания.

Таким образом, **вместо идеи разделения фундамента от верхнего здания, по Смирнову, предложено объединение фундаментной конструкции с верхним строением в единую цельную замкнутую многосвязную систему**, которая не заглублена в грунт и отделена от основания скользящим слоем. Таким образом, применение нового конструктивного решения качественно обеспечивает повышение сейсмостойкости зданий и сооружений при существующем уровне развития теории и нормативных требований, стратегическому уровню.

3.10. СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ФУНДАМЕНТОВ. Т.Ж. Жунусов, Ю.Д. Черепинский.

В последние годы в строительстве находит место новый способ повышения сейсмостойкости, условно названный сейсмоизоляцией. сейсмоизолирующие конструкции ослабляют связь с основанием, что приводит к изменению динамических свойств зданий и снижению воздействий землетрясения. К таким конструкциям относятся скользящие пояса (СП), выключающие связи (ВС), резинометаллические опоры (РМО) и многие другие. Широкое применение сейсмоизолирующих систем ограничивается сложностью изготовления и монтажа или высокой стоимостью.

К типу сейсмоизолирующих относятся и кинематические фундаменты (КФ), разработанные в Казахском научно-исследовательском институте сейсмостойкого строительства и предложенные для массового применения. фундаменты КФ исследовались на протяжении почти трех десятилетий и уже использовались в более 300 экспериментальных домах. Землетрясения на Камчатском полуострове, Курильских островах, в городах Иркутске и Алма-Ате стали проверкой работоспособности КФ в реальных условиях.

Конструкция КФ представлена подвижным элементом со сферической пятой, опирающейся на опорную плиту или другое твердое основание. шарнирная связь с надфундаментным строением обеспечивает подвижность в горизонтальной плоскости по всем направлениям. КФ изготавливаются из бетона марки 300-400 и армируются стальными сетками. Размеры

кинематического фундамента зависят от величины вертикальной нагрузки, прочности используемого материала и интенсивности сейсмического воздействия.

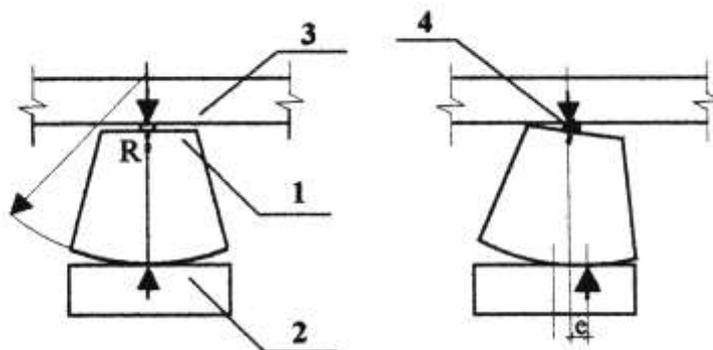


Рис. 1. Конструктивная схема КФ

1 – КФ; 2 – опорная плита; 3 – ростверк; 4 – шарнирное соединение

Большая часть построенных в России домов на КФ относится к многоэтажному домостроению. Снижение сейсмических нагрузок позволяет повысить этажность, улучшить планировочные решения, уменьшить расход материала в конструкциях.

3.11. СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ В РОССИИ И СНГ. Айзенберг Я.М. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 1998, № 1

Идеи сейсмоизоляции уходят в глубокую древность. Дом на шарах, предназначенный для сейсмоизоляции, изображен еще в книге древнего римского зодчего Витрувия.

Развитие инструментальной сейсмологии, углубление понимания целей и критериев антисейсмического проектирования, методов динамики сооружений, компьютеризация исследований, появление новых материалов – все это являлось основой для создания современной, научно обоснованной теории сейсмоизоляции и широкого применения сейсмоизоляции на практике.

Обширная программа теоретических и экспериментальных исследований сейсмоизоляции была начата в лаборатории ЦНИИСК в начале 1970 г.

В последние десять-пятнадцать лет исследования по сейсмоизоляции интенсивно развиваются в Японии, США, Новой Зеландии, Италии и других странах.

Основные выводы аналитических и экспериментальных исследований:

1. Сейсмоизоляция может быть эффективным методом значительного снижения сейсмического воздействия и, следовательно, повышения надежности сооружений при сильных землетрясениях.

2. Эффективность сейсмоизоляции весьма чувствительна к параметрам элементов сейсмоизоляции и параметрам сейсмических воздействий.

3. Системы сейсмоизоляции только за счет снижения жесткости связей между фундаментом и вышележащими этажами, такие как системы на шарах, на качающихся стойках и т. п. не обеспечивают достаточной надежности сооружений при интенсивных

землетрясениях, в особенности, при землетрясениях с выраженными низкочастотными составляющими в спектре сейсмических движений.

Вследствие низкой жесткости связей горизонтальные перемещения частей зданий или иных сооружений, расположенных выше фундаментов и систем сейсмоизоляции, могут при сильных землетрясениях составлять десятки сантиметров. Критическими с точки зрения надежности сооружений становятся не силовые нагрузки, а перемещения и деформации. Это обстоятельство следует иметь в виду при разработке систем сейсмоизоляции.

4. Сейсмологическая информация о параметрах будущих сейсмических движений ненадежна и неопределенна.

Неопределенным является прогноз амплитудно-частотных спектров землетрясений. Во многих случаях интенсивность землетрясений (величины сейсмических ускорений, скоростей, смещений) оказывается фактически намного выше, чем расчетная интенсивность, определяемая картами сейсмического районирования.

В связи с этим, необходимо при разработках систем сейсмоизоляции уделять внимание использованию конструктивных элементов, повышающих живучесть сооружений с учетом возможных сейсмологических ошибок.

5. Элементами систем сейсмоизоляции, которые позволяют снизить сейсмические перемещения, повысить живучесть сооружений, являются диссипативные элементы – гистерезисные демпферы, демпферы сухого трения, вязкие демпферы, элементы избыточного резервирования, включающиеся и выключающиеся при землетрясении, упоры – ограничители колебаний и другие элементы.

В странах «дальнего зарубежья» преимущественно используются резино-металлические изолирующие опоры. Эти опоры достаточно хорошо изучены, они обеспечивают достаточно высокую надежность изолируемых сооружений. Стоимость изолированных объектов обычно на 20-30% выше, чем стоимость неизолированных.

В России и СНГ используются, как правило более простые системы, чаще всего из железобетонных или стальных элементов. Их монтаж прост, а стоимость изолированных сооружений обычно ниже, чем неизолированных.

Поскольку общие принципы построения систем сейсмоизоляции в результате исследований последних десятилетий, в общем сформулировались, дальнейшие исследования и разработки целесообразно осуществлять в направлении создания наиболее эффективных систем сейсмоизоляции специфических объектов, с учетом архитектурных и функциональных требований. Необходимо уделять особое внимание созданию систем сейсмоизоляции повышенной живучести с учетом возможных неточностей в задании сейсмических воздействий.

3.12. ПРОСТЕЙШАЯ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯ. КОЛОННЫ НИЖНИХ ЭТАЖЕЙ КАК ЭЛЕМЕНТ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЯ. Я.М.

Айзенберг. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, № 1, 2004.

Идеи сейсмоизоляции и даже применение сейсмоизоляции на единичных объектах известны в течении многих столетий. Например, в книге древнего зодчего Витрувия приведен рисунок дома на шарах. С развитием сейсмологии и инструментальной сейсмометрии сделались более понятными многие особенности сейсмических движений грунта, важные с точки зрения возможностей эффективной сейсмоизоляции сооружений. Выяснилось, что не только на разных площадках, но и на одной и той же, возможны сейсмические движения с резко различающимися спектрами, в зависимости от очага данного землетрясения. Ответом инженеров на новую сейсмологическую информацию явилось, например, создание адаптивных систем сейсмоизоляции, перестраивающейся (самонастраивающейся) жесткостью и частотами (работы автора и его учеников). Впервые в массовом строительстве системы сейсмоизоляции были применены в городе Северобайкальске на БАМе в середине 70-х годов XX столетия. Это были пятиэтажные крупнопанельные дома на относительно гибких железобетонных стойках с применением системы выключающихся-включающихся резервных элементов как элементов адаптации (самонастройки) зданий и жестких упоров-ограничителей.

В СССР в 70-80 годы были построены также дома с применением других сейсмоизолирующих элементов – на кинематических опорах, на скользящих опорах с применением скользящих пар «сталь-тефлон».

В зарубежных странах относительно заметное применение сейсмоизоляции началось позднее, в 80-90 годах XX столетия. В подавляющем большинстве сейсмоизолированных зданий за рубежом использованы резино-металлические опоры.

При всей простоте и естественности применения обычных колонн или рам (гибких в горизонтальном направлении), как элемента сейсмоизоляции, интерес к такому решению заметно снизился в последние десятилетия, вследствие массовых разрушений домов с гибкими первыми этажами при интенсивных землетрясениях.

В результате исследования механизмов сейсмических разрушений железобетонных конструкций, стало ясно, в частности, что причиной массовых разрушений зданий с гибкими нижними этажами было то, что **в качестве материала колонн нижних этажей практически во всех случаях разрушений применялся железобетон.** При этом в соответствии с традицией, применялись тонкие колонны, нагруженные значительными осевыми нагрузками от вышележащих этажей. Такие колонны не в состоянии сопротивляться действию вертикальных, гравитационных и сейсмических нагрузок, при относительно больших горизонтальных сейсмических перемещениях, когда бетон колонн подвергается трещинообразованию и выкрашиванию. **Разрушения железобетонных колонн и были, как правило, причиной многочисленных обрушений зданий с гибкими нижними этажами.**

Вместо железобетонных колонн предлагается использование колонн из пластичной стали как элемента сейсмоизоляции. В отличие от железобетонных колонн, колонны из стали – относительно однородного материала, способного к значительным неупругим деформациям, – могут сопротивляться значительным вертикальным нагрузкам при относительно больших горизонтальных перемещениях. Поэтому такие колонны могут использоваться в качестве элементов простой и надежной сейсмоизоляции.

В настоящей статье представлены результаты анализа основных характеристик стальных колонн, определяющих их свойства как элемента системы сейсмоизоляции с позиций официальных, ныне действующих норм проектирования.

Рассмотрены две основные характеристики: горизонтальная жесткость колонн, влияние которой в явном виде определяется коэффициентом β_i , и неупругие деформации и горизонтальные перемещения, влияние которых количественно определяется коэффициентом K_1 .

Представлен практический алгоритм расчета колонн как элемента системы сейсмоизоляции.

Выводы:

1. За счет регулирования жесткости и периодов собственных колебаний расчетная сейсмическая нагрузка может быть снижена, в рамках СНиП II-7-81*, в 2-3 раза.

2. Величина расчетной сейсмической нагрузки на вышележащие этажи сейсмоизолированного здания может быть весьма существенно снижена за счет регулирования допустимых горизонтальных перемещений колонн в неупругой области.

3. Величина предельных неупругих деформаций существенно зависит от вертикальной нагрузки.

3.13. СЕЙСМОСТОЙКОЕ ЗДАНИЕ С ЖЕСТКОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМОЙ. Ф.Ф. Липатников, И.Ф. Липатников. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 1998, № 5.

Рассматриваются здания с жесткой конструктивной схемой, к которым относятся здания кирпичные, блочные, панельные, каркасные с диафрагмами жесткости высотой до 5-9 этажей и т. п.

Традиционными решениями фундаментов указанных зданий в сейсмических районах являются, как правило, ленточные и столбчатые фундаменты, заземленные в плотных грунтах основания.

При крупных землетрясениях повсеместно отмечено, что жесткие здания с заземленными фундаментами в плотных грунтах получили более сильные повреждения по сравнению с аналогичными зданиями, расположенными на слабых грунтах.

С учетом результатов испытаний, следует считать, что сейсмические воздействия на заземленные фундаменты при резком снижении силы трения в подошве фундаментов передаются на конструкции жестких зданий не через

подошву фундаментов (как обычно принято считать), а через вертикальные стенки фундаментов от грунтов обратной засыпки пазух фундаментов.

Импульсные смещения фундаментов от воздействия более плотных грунтов обратной засыпки пазух на вертикальные стенки фундаментов при максимальных ускорениях грунтов основания вызывают сейсмические толчки большей силы и служат основной причиной более сильных повреждений жестких зданий с защемленными фундаментами в более плотных грунтах.

В связи с этим предлагается фундаменты жестких зданий высотой до 5-9 этажей осуществлять в виде сплошной железобетонной фундаментной плиты с перекрестными лентами, свободно опираемой на промежуточную песчаную подушку (без защемления) в основании фундаментной плиты с каналами вокруг фундаментов, используемых для прокладки различных коммуникаций (отопления, водопровода и т. п.).

Строительство зданий и сооружений указанного типа с фундаментами, в соответствие с предлагаемой конструктивной схемой, позволит исключить горизонтальные сейсмические воздействия на вертикальные стенки фундаментов (ввиду отсутствия защемления), а в связи с этим исключаются и горизонтальные сейсмические толчки на здания. При этом значительно снижаются сейсмические воздействия на конструкции жестких зданий ввиду меньших смещений фундаментной плиты при проскальзывании грунтов основания, снижаются материальные затраты за счет **устройства цокольных этажей вместо практически не используемых технических подвалов**, снижается стоимость строительства и значительно повышается сейсмостойкость зданий и сооружений.



Мы разделяем это мнение авторов. Физическая картина снижения горизонтальных сейсмических воздействий используется также при устройстве фундаментной платформы на скользящем слое, особенно в замкнутых зданиях. Однако при слабых грунтах надо сделать следующие замечания.

Согласно изобретению сплошная железобетонная плита с перекрестными лентами, свободно опертая на песчаную подушку, на которой сооружение 5-9 этажей здания, при неравномерной осадке основания будет подвергаться значительному поперечному изгибу (хотя величина напряжения в грунте может быть небольшой).

В этих условиях технически сложно обеспечить прочность изгибаемой плиты и ее необходимую жесткость (толщина плиты порядка 12 см) из-за неравномерной просадки основания и тем самым надежность верхнего строения.

Для сравнения отметим, что предложенный пространственный фундамент из сталежелезобетонных элементов обладает во много раз большей жесткостью (которую легко увеличить, изменив высоту шпренгеля с 1,5 м) и, соответственно, меньшей деформативностью. При этом большую роль имеет замкнутость системы здания (двусторонние связи верхнего строения с фундаментом как целой коробки).

Поэтому изобретение Ф.Ф. Липатникова и И.Ф. Липатникова не предназначено для использования на просадочных и вечномёрзлых грунтах, тем более в комбинации с условиями сейсмики.

3.14. К ВОПРОСУ АКТИВНОГО СЕЙСМОЗАЩИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. Н.П. Абовский.

Активность сейсмозащиты понимается по-разному.

С одной стороны, это способы и конструктивные мероприятия типа кинематических опор, различных демпферов, включающихся в работу при сейсмических воздействиях, не оказывая влияния на величину передаваемых сейсмических воздействий.

С другой стороны, к активным способам следует отнести конструктивные решения, которые позволяют уменьшить величину передаваемого на здание сейсмического воздействия (например, незаглубленный фундамент, устройства скользящего слоя между основанием и фундаментом и др.).

К **пассивным** мероприятиям следует отнести конструктивные решения, которые позволяют укрепить части или здание в целом (например, железобетонные пояса и др., а также возведение упругих связей, позволяющих «смягчить» сейсмические воздействия).

Все эти мероприятия могут успешно сочетаться. Но предпочтение следует отдавать активным мерам, кардинально снижающим величину сейсмического воздействия на здание или сооружение, т. е. бороться с причинами, а не со следствиями. Такой переход, безусловно, повышает сейсмическую надежность строения и преодолевает неопределенность (по величине и времени) сейсмической опасности, а также несовершенство теории и расчетов на сейсмику. Пренебрежение такой возможностью, безусловно, снижает эффективность строительного проекта.

Одним из примеров этого может служить сейсмостойкое трехэтажное большепролетное здание рамного типа со стальным связевым каркасом (США) с фрикционно-подвижными демпферами поражает размерами своих элементов [3]. К сожалению, описание фундаментов и грунтов в [3] не приводится. Поэтому сказанное ниже суждение автора является гипотетичным: разработка альтернативного проекта подобного здания многосвязного замкнутого типа, включая пространственную платформу со скользящим слоем, по мнению автора, было бы более эффективно и надежно.

«В г. Сан-Франциско, Калифорния, строится трехэтажное зрелищно-выставочное здание «Moscone West» (рис. 6), рассчитанное на восприятие сейсмической нагрузки магнитудой до 8,2. особенностью конструктивной системы здания является наличие запатентованных фрикционных демпферов в узлах примыкания диагональных связей к колоннам каркаса.

Несмотря на наличие всего трех этажей, высота здания составляет 35 м, т. е. примерно равна высоте 10-этажного здания. Высота этажей от 8,2 до 11,6 м. максимальный пролет зала в уровне 3-го этажа составляет 64 м; зал рассчитан на одновременное пребывание 7 тыс. человек. Общая площадь помещений здания 72 тыс. м².

Основной несущей конструкцией системы является стальной многоярусный рамный каркас с жесткими узлами (рис. 7). Мощные колонны каркаса размещены с шагом 9,1 м и выполнены из широкополочных

прокатных профилей (W 36x798) необычно большого сечения: высота профиля 1070 мм, ширина полки 920 мм, толщина полки 109 мм, толщина стенки 60,6 мм, масса 1 пог. м профиля 1188 кг. В уровнях перекрытий колонны соединены фермами Виренделя высотой 207 м. В плоскостях рам предусмотрены эксцентричные диагональные связи на высоту этажа, снабженные в узлах крепления к колоннах фрикционно-подвижными демпферами (friction damper), допускающими смещение до 1% высоты этажа. Наличие эксцентричных связей с демпферами позволило снизить свободную длину колонн, повысить статическую неопределимость системы и одновременно несколько увеличить ее общую податливость при воздействии сейсмических нагрузок.

Пространственная жесткость системы дополнительно обеспечивается наличием лестнично-лифтовых стволов сечением 6,7x6,7 м.



Рис.1 Общий вид здания в процессе строительства

Рис. 1. Общий вид здания в процессе строительства

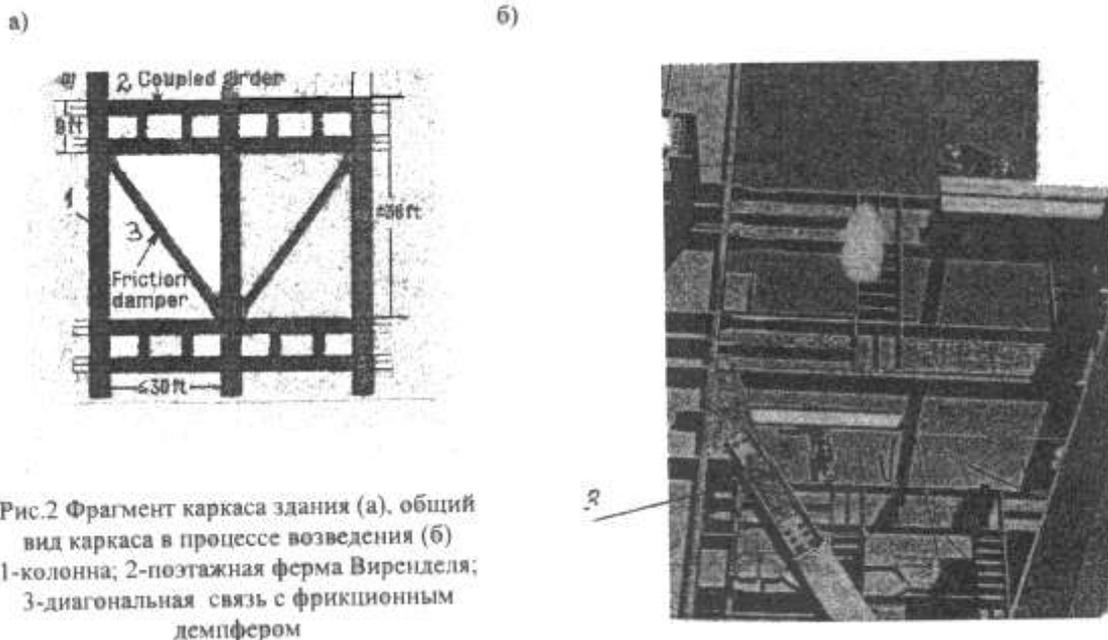


Рис.2 Фрагмент каркаса здания (а), общий вид каркаса в процессе возведения (б)
1-колонна; 2-поэтажная ферма Виренделя;
3-диагональная связь с фрикционным демпфером

Рис. 2. Фрагмент каркаса здания (а), общий вид каркаса в процессе возведения (б). 1 – колонна; 2 – поэтажная ферма Виренделя; 3 – диагональная связь с фрикционным демпфером

Расход стали на конструкцию здания составил 16,5 тыс. т. конструкции разработаны фирмой «Structural Design Engineers», Сан-Франциско. применение эффективной конструктивной схемы позволило снизить стоимость металлоконструкций на 2 млн. долл. Стальные конструкции изготовлены и смонтированы фирмой «Herrick Corp.», Плезантон (Pleasanton), Калифорния.

Генеральный подрядчик строительства – «Hunt Construction Group Inc.», Индианаполис, Индиана.

Общая стоимость сооружения 169 млн. долл. USA.

Здание предполагается сдать в эксплуатацию в августе 2003 года.

Литература:

1. S. Kato, T. Ohya, T. Okamoto and H. Takayama. Efficiency of steel hysteretic dampers to suppress earthquake responses of spatial structure / Lightweight structures in civil engineering proceedings of the International Symposium, Warsaw, Poland, 24-28 June, 2002, p. 583-590.

2. Colebiowska and M. Lutkiewicz. Dynamical analysis of the cylindrical tank covered with damping absorbers / Lightweight structures in civil engineering proceedings of the International Symposium, Warsaw, Poland, 24-28 June, 2002, p. 577-582.

3. Сейсмостойкое общественное здание со стальным связевым каркасом (США), журнал Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, №6, 2002. *Rosenbaum D.B. New seismic system braces unusually tall convention hall. // Engineering News Record, 2002, vol.248, №13, p. 18 (англ.)*

Часть II. ПРЕДЛОЖЕНИЯ КАФЕДРЫ СМиУК КрасГАСА

1. НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ, Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Надеяев В.Д. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений №3, 2003 г.

Современное состояние данной сложной проблемы характеризуется неопределенностью негативных воздействий по их величине, месту и времени, недостаточным развитием теории, особенно для сейсмостойкого строительства на слабых, просадочных, пучинистых, вечномёрзлых грунтах, которые названы особыми.

Традиционные подходы строительства, которые предусматривают присоединение верхнего строения с помощью различных упругих элементов к фундаменту, как правило, заглубленного в грунт, и другие приемы, не дают удовлетворительного решения. Применения свайных оснований не спасает положение, хотя бы потому, что в суровых сибирских условиях сваи

разрушаются на уровне деятельного слоя грунта из-за многоциклового «замораживания-оттаивания». При этом известно, что горизонтальные сейсмические силы, главным образом, передаются на сооружение через заглубленную его часть.

Идеальным вариантом явилось бы отделение здания (не от фундамента!), а от основания, которое служит источником (или проводником) сейсмического возбуждения и неравномерных осадок. Мало оправдано структурное расчленение здания, цельной системы, на верхнее и нижнее строения, которые функционально должны взаимодействовать, имея в виду прямые и обратные связи между ними, т. е. нарушается замкнутость системы.

Неравномерные смещения (осадки) основания на слабых и других грунтах делают неэффективными указанные выше традиционные решения.

Существующие нормативные подходы учета слабых оснований путем некоторого увеличения сейсмического воздействия – свидетельство слабости теории.

Эти и другие факты приводят к поиску новых нетрадиционных решений, которые должны **одновременно** учесть и сейсмичность, и особые грунтовые условия: либо надо воздействовать на причины, по крайней мере, снизив их негативное действие, либо создавать конструкции повышенной живучести, либо то и другое вместе.

Предлагаются запатентованные новые конструктивные решения в виде зданий и сооружений **замкнутого** типа (рис. 1) [1] и сплошные пространственные сборные фундаментные платформы под разные здания и сооружения (рис.2) [2], которые являются основой для новой технологии строительства в особых грунтовых условиях и сейсмичности [4]. Здания замкнутого типа включают сплошную фундаментную платформу (рис.1).

Предлагаемая концепция основана на максимальном **снижении сейсмических воздействий**, благодаря **отсутствию заглубления фундамента и повышению живучести зданий и сооружений за счет многосвязности пространственного конструктивного решения сплошной пространственной платформы** и возводимых на ней сооружений и зданий **замкнутого типа, использованию скользящего слоя**, уменьшающему трение между основанием и фундаментом; при этом сплошная пространственная фундаментная платформа, благодаря большой площади опирания имеет большую жесткость и оказывает пониженное давление на грунт и потому имеет **малую чувствительность к неравномерным осадкам грунта**. А совмещенное с пространственной фундаментной платформой **вентилируемое подполье** позволяет сохранять несущие свойства вечномёрзлых грунтов [1-4].

Используются унифицированные композитные однотипные строительные элементы, например, сталежелезобетонные, состоящие из тонкой ребристой железобетонной плиты и подкрепляющего ее пространственного металлического шпренгеля [3,4]. Связи между этими элементами однотипны и позволяют создавать полносборные замкнутые

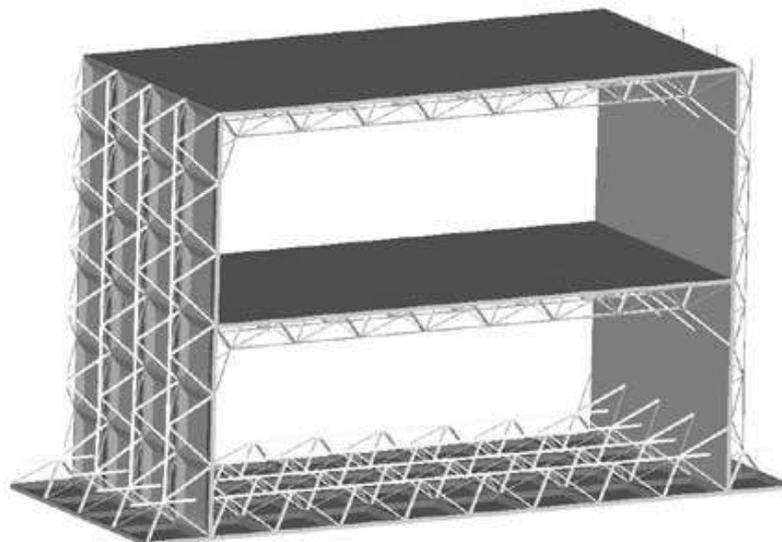
здания и фундаментные платформы как пространственные многосвязные конструкции, достаточно легкие.

Важнейшими особенностями используемых унифицированных элементов является то, что каждый из материалов в них находится в наиболее выгодных условиях, а изготовление, транспортировка и монтаж базируются на существующей традиционной строительной поточной технологии, механизмах и транспорте [3,4].

Можно представить себе замкнутые здания как некий морской корабль, а пространственные фундаментные платформы как морские плоты в волнующемся океане земных волн основания, вызванные сейсмическими воздействиями или неравномерными осадками. Эта аналогия не фантастична, а вполне реально оправдана принятыми конструктивными решениями, проведенным компьютерным моделированием и физическим макетированием. Пространственность, многосвязность, замкнутость создают желаемый конструктивный эффект безопасности, живучести и эксплуатационной надежности.

Предложенные решения отличает:

- **Системность подхода:** «верхнее строение – фундамент – основание» рассматривается как цельная взаимосвязанная система, в которой каждая часть системы ставится в лучшие условия работы и взаимодействия между частями. Например, фундаментная платформа кроме распределительных фундаментных свойств выполняет роль затяжки для замкнутого верхнего строения, а верхнее строение повышает жесткость фундаментной платформы. (Сравните: традиционная иерархическая система проектирования зданий, в которой одна часть паразитирует за счет другой);
- Реализуется стремление сохранить и использовать **естественное состояние** грунта основания и **уменьшить его негативное воздействие** на фундаментную часть;
- **Здания и сооружения нового типа в виде замкнутой (коробчатой) системы**, обладают малой чувствительностью к сейсмическим воздействиям и неравномерным деформациям грунта, благодаря многосвязности пространственной системы.



Пример здания замкнутого типа, включающего пространственную фундаментную платформу из однотипных унифицированных строительных элементов.

Заключение

1. Актуальная проблема фундаментостроения в особых грунтовых условиях и сейсмичности получила новые конструктивные решения [3,4], которые являются составной частью предложений в КрасГАСА новой технологии строительства в указанных особых грунтовых условиях. Использован принцип сохранения несущих свойств слабых грунтов в естественном состоянии, снижена материалоемкость и трудоемкость возведения фундаментов и зданий, повышается сейсмостойкость строительных объектов. Создана возможность применения их на вечномёрзлых грунтах. Повышается живучесть строений благодаря многосвязности и пространственности конструкций.

2. Разработанная сплошная фундаментная платформа является **быстровозводимой конструкцией** под разные здания и сооружения в особых грунтовых условиях и сейсмичности. Строительство возможно в любое время года, практически не требует земляных работ и предварительного исследования физико-механических свойств грунтов.

3. Разработаны два варианта сборной конструкции: в сталежелезобетоне и железобетоне. Оба варианта удовлетворяют удобствам изготовления строительных унифицированных элементов, из которых монтируются фундаментные платформы, их транспортировке на обычном транспорте и простоте монтажных работ. Конструкция обладает большой пространственной жесткостью, многосвязностью, оказывает небольшое давление на грунт, малочувствительная к неравномерным осадкам грунта, позволяет сохранять свойства вечномёрзлых грунтов. В сейсмических районах повышена сейсмостойкость строений на данных платформах, благодаря их поверхностному (незаглубленному) расположению и устройству скользящего

слоя между платформой и основанием. Фундаментную платформу отличает также высокая степень надежности, экономичности и **ремонтоспособности**, что особенно важно для предотвращения и оперативной ликвидации последствий аварийных ситуаций.

4. Область применения предложенных фундаментных платформ весьма обширна. Кроме самостоятельного использования в особых грунтовых условиях и сейсмичности, пространственные платформы могут являться составной частью запатентованных зданий замкнутого типа, включаясь (по прямой и обратной связям) системно в их работу. Использование фундаментных платформ эффективно для строительства в подтапливаемых районах, а также для создания вахтовых поселков в любое время года практически на любых слабых грунтах. Выполненные примеры расчета показывают возможность и эффективность применения данных платформ под 5-9 этажные здания на слабых грунтах.

5. Проведенные компьютерное и физическое моделирование и макетирование предложенных конструкций подтверждают на примерах сделанные ранее выводы. Однако следует указать на необходимость дальнейшего проведения опытно-конструкторских работ и экспериментального строительства, что позволит использовать еще неостребованные возможности и совершенствовать предложенные конструкции для строительства в разных регионах Сибири и других районах.

6. Предложенные конструктивные решения отличаются новизной и восполняют в значительной мере тот пробел, который имеется в научных, нормативных и особенно в учебных материалах для строительства в особых условиях грунтовых условиях и сейсмичности.

7. Предложенные конструктивные решения [1-3] соответствуют концепции Федеральной программы сейсмической безопасности Российской Федерации - «Созданию конструктивных решений сооружений высокой сейсмической живучести при расчетных и сверхрасчетных землетрясениях», что особенно важно для особых грунтовых условий, которые занимают большую часть территории нашей страны.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ-ККФН «Енисей» грант № 03-01-96118, МГСУ и Федеральной службы Спецстроя.

Литература

1. Патент №2215852 Полноборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах, опубл. 10.11.2003, БИ №31 (авторы: Надеяев В.Д., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Абовский Н.П., Сергуничева Е.М., Егикян Н.Б).
2. Патент № 2206665 Пространственная фундаментная платформа, опубл. 20.06.2003, БИ №17 (авторы: Абовский Н.П., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Майстренко Г.Ф., Драчев М.В., Невзоров А.И).

3. Свидетельство на полезную модель № 29738 Полносборное здание из сталежелезобетонных элементов. Опубл. 25.05.2003г., БИ № 15 (авторы: Абовский Н.П., Абовская С.Н.).
4. Абовская С.Н. Сталежелезобетонные конструкции (панели и здания), под ред. проф. Наделяева В.Д./ учебн. пособие для строительных вузов с грифом УМО Минобразования.-Красноярск:КрасГАСА, 2001-460с.

2. НЕКОТОРЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И УСИЛЕНИЯ ЗДАНИЙ.

1. Согласно выдвинутому нами принципу целесообразно снизить горизонтальные сейсмические воздействия путем максимального отделения фундамента здания от грунта основания, в том числе:

- Не заглублять фундамент;
- Снижать трение между подошвой фундамента и основанием путем устройства скользящего слоя.

Такое глобальное «отделение» реализуется в зданиях замкнутого типа (или на построенных на пространственной сплошной фундаментной платформе зданий или сооружений). Однако примеров практического использования этих идей, видимо (насколько известно автору), еще нет.

2. Вместо этого в литературе встречаются примеры конструктивных решений частичной сейсмоизоляции, т. е. сейсмоизоляции отдельных частей зданий. Например, в Японии [1] для сейсмоизоляции большепролетного цилиндрического покрытия между ним и опорными колоннами (стенами здания) устанавливаются гистерезисные демпферы. Малая эффективность подобного конструктивного решения очевидна, если сравнить это решение [1] с предложенным нами вариантом замкнутого здания. Ведь разрушение одной из опорных колонн приведет к аварии всего здания [1] (стр. 583, 577).

В других конструкциях между фундаментом и наземным строением устанавливают резино-металлические амортизаторы.

Предложенная конструкция замкнутых зданий с пространственной фундаментной платформой на скользящем слое полностью соответствует концептуальным основам проектирования сейсмостойких зданий и сооружений [В.М. Бондаренко и др. – ПГС №3 1997]. К ним относятся в первую очередь:

- Специальные конструктивные мероприятия, направленные на снижение сейсмической нагрузки на здание – это незаглубленный фундамент и скользящий слой. Его устройство может быть, например таким: два слоя полиэтиленовой пленки или пергамина с прослойкой графита, инертной пыли, или в виде сухого песка, возможно использование фторопласта и т. п.
- Конструктивная схема сооружения должна обеспечить статическую неопределимость внутренних сейсмических сил в основных несущих конструкциях, иметь достаточно «лишних» связей, обеспечивающих

перераспределение усилий – это достигается пространственной многосвязностью замкнутой (коробчатой) системы.

2. Предложенная технология также соответствует **«новым признакам конструкции сейсмостойких зданий»**, предложенным д.т.н. С.Б. Смирновым [8. 14]:

- **Принцип «плавности взаимного перехода конструкций»**, т. е. без скачков жесткости.

Рекомендуется делать плавные переходы. например, при сопряжении колонн с перекрытиями и покрытиями, использовать «гибкие» колонны первого этажа в верхнем строении, избегать скачки жесткости в стенах из-за проемов (снабжать проемы обоймами).

Этот принцип прекрасно реализован в замкнутом полносборном здании предлагаемой конструкции.

- **Принцип предпочтительного использования нехрупких строительных материалов (древесины, низкоуглеродистой стали).**

В замкнутом здании используются элементы низкоуглеродистой стали с болтовыми соединениями, сварные швы осуществляются в условиях заводской технологии. Тонкие железобетонные плиты имеют достаточно интенсивное армирование, работают в основном на сжатие, и потому в них снижена опасность хрупкого разрушения.

Вместо железобетонных плит может использоваться профилированный лист (сэндвич), а также плиты из древесины и др.

- **Принцип частичного отсечения фундамента от здания.**

Замкнутое полносборное здание полностью отсечено от основания, т. е. сейсмическое воздействие от основания на здание может передаваться только трением о железобетонную плиту фундамента, причем коэффициент трения снижается благодаря скользящему слою (например, использованию талька или др. материалов). Верхнее строение вместе с включенным в него фундаментной частью представляет достаточно жесткую коробку.

- **Принцип особенности конструкции фундамента.**

Сплошная фундаментная плита под все здание располагается на уровне нулевой отметки (на уровне основания) и является частью замкнутой системы здания.

- **Принцип преимущества связевых систем перед каркасными.**

Замкнутое здание является полносвязной многократно статически неопределимой системой повышенной живучести (т. е. имеет преимущества перед каркасными конструкциями из железобетона), не имеет скачков жесткости.

- **Принцип использования деревянных коробчатых систем.**

В предложенном замкнутом здании реализована многосвязная коробка, облегченная по весу, отсеченная от основания.

- ***Принцип использования коробчатых систем из железобетона при строительстве многоэтажных зданий.***

В замкнутом здании в виде сталежелезобетонной коробки выполнены все условия плавности перехода жесткостей, многосвязности, устройства фундаментных плит, отсеченности фундамента от основания.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Основные положения всех семи принципов реализованы в предложенном замкнутом многосвязном здании для строительства (в зонах с большой сейсмичностью), причем для **большепролетных зданий**. Отметим, что в рассмотренных принципах Смирнова строительство большепролетных зданий не рассмотрено.

Отметим, что идея использования скользящего слоя (или фундаментов на шаровых опорах, в том числе с криволинейной поверхностью, создающей усилия возвратного действия) в литературе известны. Такого типа фундаменты требуют специального конструирования зданий, реализация которого из традиционных конструкций затруднена. Предложенные замкнутые полносборные многосвязные здания и сооружения наиболее приспособлены для этих условий, в том числе для строительства на слабых, пучинистых и вечномёрзлых грунтах. При этом достигается целый ряд эффективных техникоэкономических показателей по экономии материалов, трудозатратам, расходам на эксплуатацию, по условиям применения, в том числе для больших пролетов, и повышения живучести.

Аналоги подобных конструктивных решений, в том числе для большепролетных зданий и применения их в условиях вечной мерзлоты, слабых и пучинистых грунтов, отсутствуют.

3. НЕКОТОРЫЕ ПАРАДОКСЫ ТРАДИЦИОННОЙ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ И ИХ ПРЕОДОЛЕНИЕ. Абовский Н. П., Темерова А., ПГС 2004, № 10.

Анализ традиционных сейсмоизолирующих устройств показывает, что, как правило, они используются для сейсмоизоляции надземной части здания от фундамента, а не для сейсмоизоляции всего сооружения вместе с фундаментом от источника сейсмического воздействия (основания) [1].

Предлагаемые авторами статьи запатентованные решения представляют собой сплошные пространственные наземные фундаментные платформы со скользящим слоем, уменьшающим трение между основанием и фундаментом, а также здания замкнутого (коробчатого) типа [2, 3]. Скользящий слой снижает передачу горизонтальных сейсмических сил на незаглубленный фундамент и здание в целом, а пространственность фундаментной платформы и замкнутость многосвязного здания способствует их целостности. Данная проблема затрагивает специальный вопрос формообразования зданий и сооружений с использованием сейсмоизоляции как средства преодоления негативных воздействий внешней среды, включая сеймику и сложные грунтовые условия.

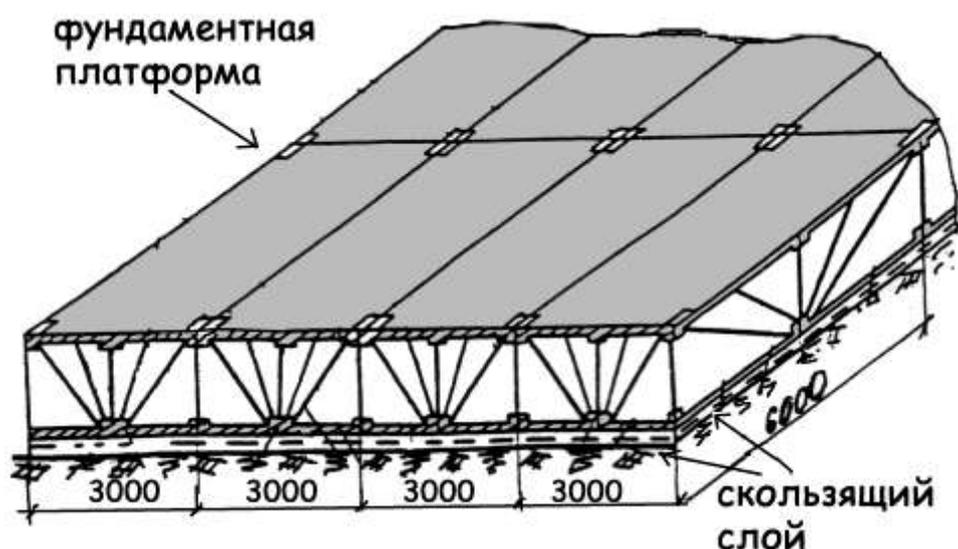


Рис. 1. Фундаментная платформа на скользящем слое.

Традиционная сейсмоизоляция уменьшает (ограничивает) передачу сейсмического воздействия от фундамента на надземную часть здания. К таким устройствам относятся: кинематические опоры, гибкие первые этажи, скользящие опоры (с ограничителями и демпферами), скользящий пояс ЦНИИСКА и др. [1, 4, 5]

Сейсмоизолирующие устройства устанавливают на фундаменте или выше. При этом фундамент не защищен от сейсмических воздействий, а изолируются в определенной мере от смещения надфундаментной части по отношению к фундаменту.

Противоречие состоит в том, что фундамент – это как бы не часть здания, призванная обеспечить его целостность. Чтобы исправить этот недостаток в ряде случаев над фундаментом делают сплошную плиту, связывающую здание.

Согласно принципу снижения горизонтальных сейсмических воздействий необходимо максимально уменьшить горизонтальные связи фундамента здания с грунтом основания. Для этого рекомендуется использовать ряд мер, в том числе не заглублять фундамент, снижать трение между подошвой фундамента и основанием путем устройства скользящего слоя.

Такая сейсмоизоляция обеспечивается в запатентованных КрасГАСА зданиях замкнутого типа, возведенных на пространственной сплошной фундаментной платформе [2, 3],.

В замкнутых зданиях, включающих фундамент, при расположении сейсмоизолирующего скользящего слоя между фундаментной платформой и основанием (рис. 1) отмеченного выше противоречия нет. При горизонтальных сейсмических воздействиях основание либо проскальзывает под фундаментной платформой, либо оказывает на фундамент значительно меньшее воздействие. А при вертикальных воздействиях замкнутое многосвязное здание достаточно надежно. На рис. 2 показано замкнутое

многосвязное здание, которое включает пространственную фундаментную платформу из однотипных унифицированных строительных элементов.

Сейсмические толчки имеют случайный характер, и обычно происходит не один толчок, а целая серия. Поэтому постепенно накапливаются повреждения в зданиях, что приводит к нелинейности деформаций. Это часто служит причиной того, что эффект традиционной сейсмоизоляции на последующих толчках снижается. Многие устройства, в том числе, кинематические опоры не защищены от этого [1]. Для устранения такого недостатка необходимо либо делать сейсмоизоляцию, не допускающую повреждений, либо слабо чувствительную к появлению и влиянию этих повреждений.

Отметим, что замкнутые здания со сплошной фундаментной платформой, снабженной скользящим слоем между фундаментом и основанием [2], отвечают данным требованиям. К тому же потребность в восстановительных и ремонтных работах здесь минимальная.

Следует отметить, что пространственные здания на пространственной фундаментной платформе со скользящим слоем обеспечивают комплексную надежную защиту от горизонтальных, крутящих, наклонных и вертикальных толчков, от нежелательных колебательных и резонансных явлений.

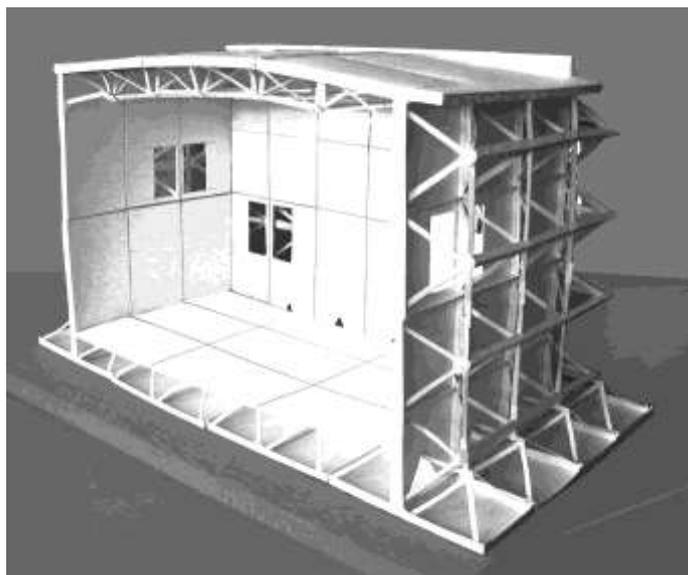


Рис. 2. Пример замкнутого многосвязного здания, включающего пространственную фундаментную платформу из однотипных унифицированных строительных элементов.

«...исследователь всегда должен помнить о прочности и устойчивости самой сейсмоизолирующей конструкции» «...способности воспринимать сейсмические перемещения в резонансных режимах» [1]. Эти справедливые требования в первую очередь относятся к рассмотренным в [1] сейсмоизолирующим устройствам и любым другим.

Очевидно, что для скользящего слоя в замкнутом здании условия устойчивости и перемещений в резонансных режимах, безусловно,

выполняются. Прочность скользящего слоя, например, из нескольких слоев пленки с просыпкой инертного материала или слоя сухого песка и др., обеспечивается благодаря малому давлению на основание. Степень неравномерности перемещений грунта под сплошной фундаментной платформой небольшая и не должна вызывать повреждения или изменения свойств скользящего слоя.

В литературе встречаются примеры конструктивных решений частичной сейсмоизоляции, т. е. сейсмоизоляции отдельных частей зданий. Например, в Японии [6] для сейсмоизоляции большепролетного цилиндрического покрытия (50x40 м) между ним и опорными колоннами устанавливаются гистерезисные демпферы (рис. 3). Малая эффективность подобного конструктивного решения очевидна, ведь разрушение одной из опорных колонн приведет к аварии всего здания.

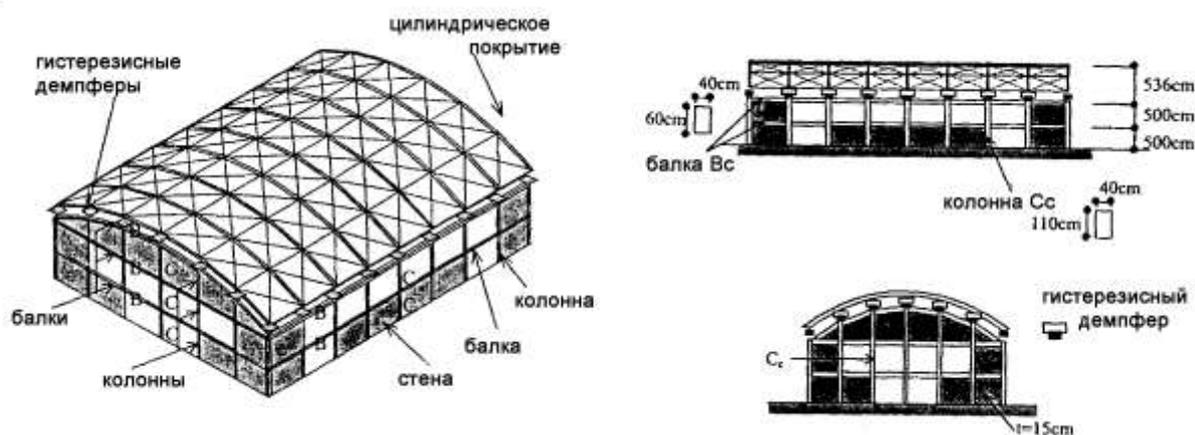


Рис. 3. Использование стальных гистерезисных демпферов для сейсмоизоляции большепролетного цилиндрического покрытия здания.

Известны примеры противодействия сейсмическим колебаниям зданий с помощью активных автоматически управляемых демпфирующих устройств, установленных на верхних этажах здания, т. е. с помощью мощных современных устройств борются не с причинами, а с последствиями. К сожалению, есть лишь единичные идеи, позволяющие использовать часть энергии сейсмического воздействия с помощью преобразующих устройств для защиты здания от этого же сейсмического воздействия, как это предложено в патенте [7].

Традиционные схемы сейсмоизоляции [1, 5, 6], как правило, не применяют для случаев со сложными грунтовыми условиями, слабыми грунтами, возможными неравномерными осадками и просадками, что существенно ограничивает их использование. Замкнутые здания с фундаментной платформой лишены этого недостатка и дают системное решение данной сложной проблемы.

Литература

1. Черепинский Ю.Д. Сейсмоизоляция жилых зданий, Алма-ата, 2003.

2. Патент № 2206665 Пространственная фундаментная платформа. Абовский Н.П., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Майстренко Г.Ф., Драчев М.В., Невзоров А.И., опубл. 20.06.2003, БИ № 17.
3. Патент № 2215852, Полносборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномёрзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах, Надеяев В.Д., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Абовский Н.П., Сергуничева Е.М., Егикян Н.Б. опубл. 10.11.2003, БИ №31.
4. Абакаров А.Д., Зайнуллобидова Х.Р. Исследование сейсмической реакции и оценка рациональных параметров систем сейсмоизоляции со скользящим слоем при сейсмических воздействиях различной интенсивности / журнал «сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений»: Москва, ВНИИТПИ. №6, 2003, с.31-35.
5. Ю. А. Шишков. Сейсмоизоляция фундаментов с учетом основных причин и характера разрушений зданий при землетрясениях. Проектирование и строительство в Сибири № 2, 2003 г.
6. S. Kato, T. Ohya, T. Okamoto and H. Takayama. Efficiency of steel hysteresis dampers to suppress earthquake responses of spatial structure / lightweight structures in civil engineering proceedings of the international symposium, Warsaw, Poland, 24-28 June, 2002, p. 583-590.
7. Патент № 2087622. Сейсмостойкое здание, сооружение. Абовский Н.П., Сапкалов В.И

ЛИТЕРАТУРА

Журнал «Промышленное и гражданское строительство»:

1. Курзанов А. М. Не землетрясения убивают людей, а здания..., № 11, 1995 г.
2. Айзенберг Я. М. Сейсмическая опасность в России, № 3, 1996 г.
3. Курзанов А. М. Новое в сейсмостойком строительстве, № 12, 1996 г.
4. Курзанов А. М. Осторожно! Нормативный спектральный метод расчета зданий на сейсмостойкость, № 1, 1997 г.
5. Курзанов А. М. Противоречия в СНИПе «Строительство в сейсмических районах», № 2, 1997 г.
6. Бондаренко В. М., Гусев Б. В., Курзанов А. М. Концептуальные основы проектирования сейсмостойких зданий и сооружений, № 3 1997 г.
7. Курзанов А. М. О нормировании сейсмических перемещений грунта, № 5, 1997 г.
8. Смирнов С. Б. О новых принципах эффективной сейсмозащиты зданий и о реальной ситуации в этой сфере, № 6, 1997 г.
9. Курзанов А. М. Инженерный расчет зданий на сейсмостойкость методом бегущей волны, № 6, 1997 г.
10. Курзанов А. М. Инженерный расчет зданий на сейсмостойкость методом бегущей волны (продолжение), № 7, 1997 г.
11. Курзанов А. М. Сейсмостойкость нашего дома, № 8, 1997 г.
12. Гудков Б. П. Сейсмозащита зданий в условиях недостаточной информации, № 11, 1997 г.
13. Тяпин А. Г. О волновом и спектральном методах в теории сейсмостойкости сооружений и в нормах, № 11, 1997 г.
14. Смирнов С. Б. Решение проблемы надежной сейсмозащиты зданий и сооружений, № 10, 1999 г.
15. Абовский Н. П., Темерова А., Некоторые парадоксы традиционной сейсмоизоляции и их преодоление. № 10, 2004 г.

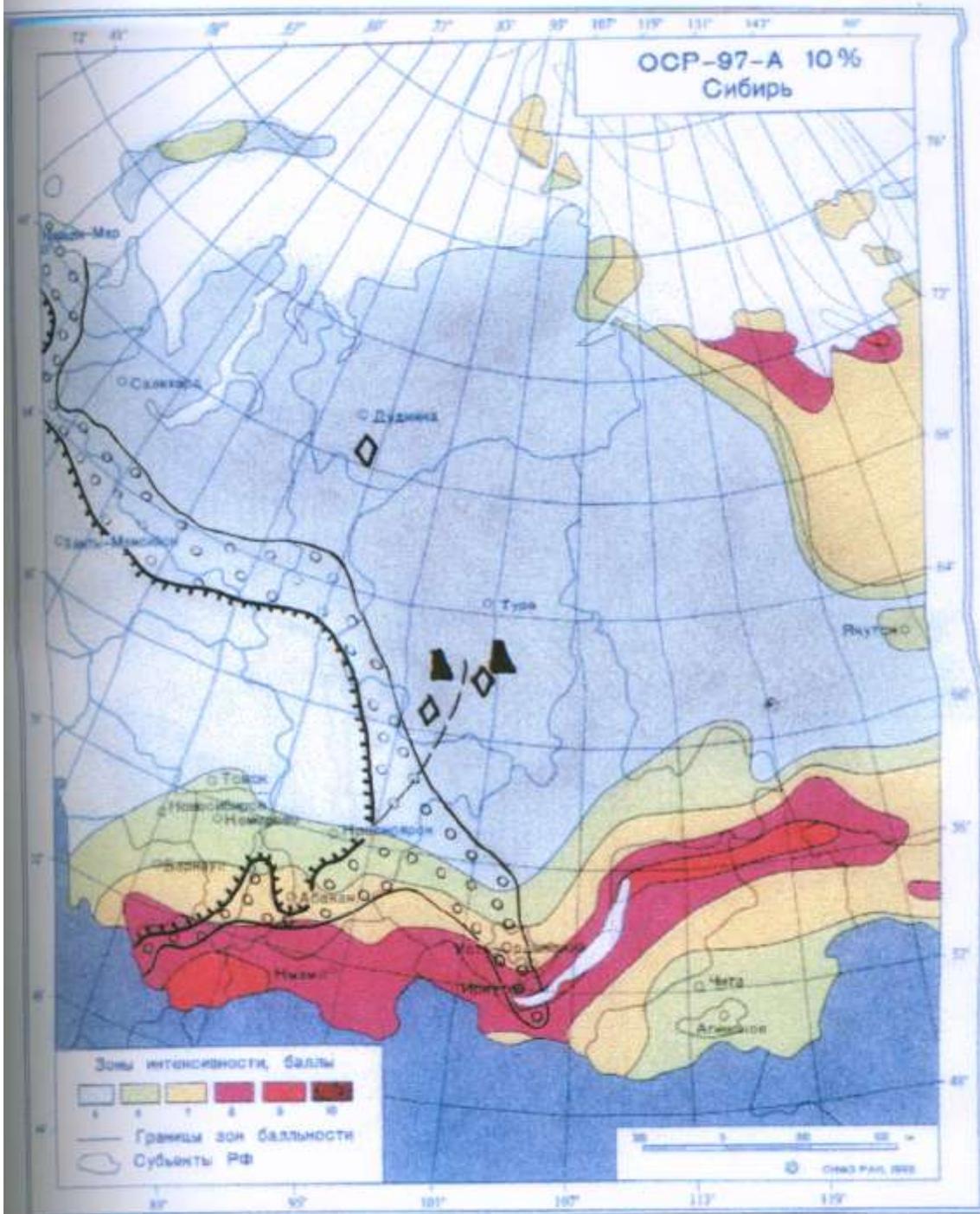
Другие источники:

16. Айзенберг Я.М., проф. д-р техн. наук (ЦНИИСК). КОНЦЕПЦИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2001, №4.
17. Ю.А. Шишков. Повышение сейсмостойкости зданий при строительстве на слабых грунтах. Проектирование и строительство в Сибири, №1 2005 г.
18. Ю.А. Шишков. Сейсмоизоляция фундаментов с учетом основных причин и характера разрушений зданий при землетрясениях. Проектирование и строительство в Сибири, № 2, 2003 г.
19. Ю. А. Шишков. Сейсмостойкие фундаменты зданий повышенной этажности. Проектирование и строительство в Сибири, № 2, 2004 г.
20. Сухов Ю.П., канд. техн. наук (ГУП ЦНИИСК им. Кучеренко) ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА «СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ». СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2001, №.6

21. Ю.А. Шишков. Сейсмостойкие фундаменты для Кош-Агача. Проектирование и строительство в Сибири, № 3, 2004.
22. Региональная шкала сейсмической интенсивности для Прибайкалья (РШСИ-2000). Под ред. проф. С.И. Шермана. Иркутск, 2000 г.
23. Геофизические исследования в восточной Сибири на рубеже XXI века. Под ред. академика РАН Н.А. Логачева, доктора геолого-минералогических наук К.Г. Леви. Новосибирск «Наука» Сибирская издательская фирма РАН, 1996 г.
24. Институт земной коры. Иркутск, 1999 г.
25. Оценка сейсмической опасности и сейсмического риска. Пособие для должностных лиц. Москва, 1997 г.
26. Землетрясение. Памятка для населения.
27. Э.В. Демин, В.Г. Баранников. Землетрясения: готовность ради жизни. Сейсмический минимум для населения Бурятии. Улан-Удэ, 1995.
28. СНиП «Строительство в сейсмических районах» (взамен СНиП II-7-81*) (первая редакция). Госстрой России, Москва, 2001 г.
29. Т.Ж. Жунусов, Ю.Д. Черепинский. Сейсмоизоляция зданий с применением кинематических фундаментов
30. Айзенберг Я.М. Сейсмоизоляция зданий в России и СНГ. Сейсмостойкое строительство, 1998, № 1
31. Ф.Ф. Липатников, И.Ф. Липатников. Сейсмостойкое здание с жесткой конструктивной схемой. Сейсмостойкое строительство, 1998, № 5.
32. Липатников Ф.Ф., Липатников И.Ф. сейсмоизолирующий фундамент здания с жесткой конструктивной схемой. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2000, № 4
33. Черепинский Ю.Д. Сейсмоизоляция жилых зданий, Алма-ата, 2003.
34. Патент № 2206665 Пространственная фундаментная платформа. Абовский Н.П., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Майстренко Г.Ф., Драчев М.В., Невзоров А.И., опубл. 20.06.2003, БИ № 17.
35. Патент № 2215852, Полнооборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах, Наделяев В.Д., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Абовский Н.П., Сергуничева Е.М., Егикян Н.Б. опубл. 10.11.2003, БИ №31.
36. Патент № 2087622. Сейсмостойкое здание, сооружение. Абовский Н.П., Сапкалов В.И.
37. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Наделяев В.Д. НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ, Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений №3, 2003 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ.
1. КАРТЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

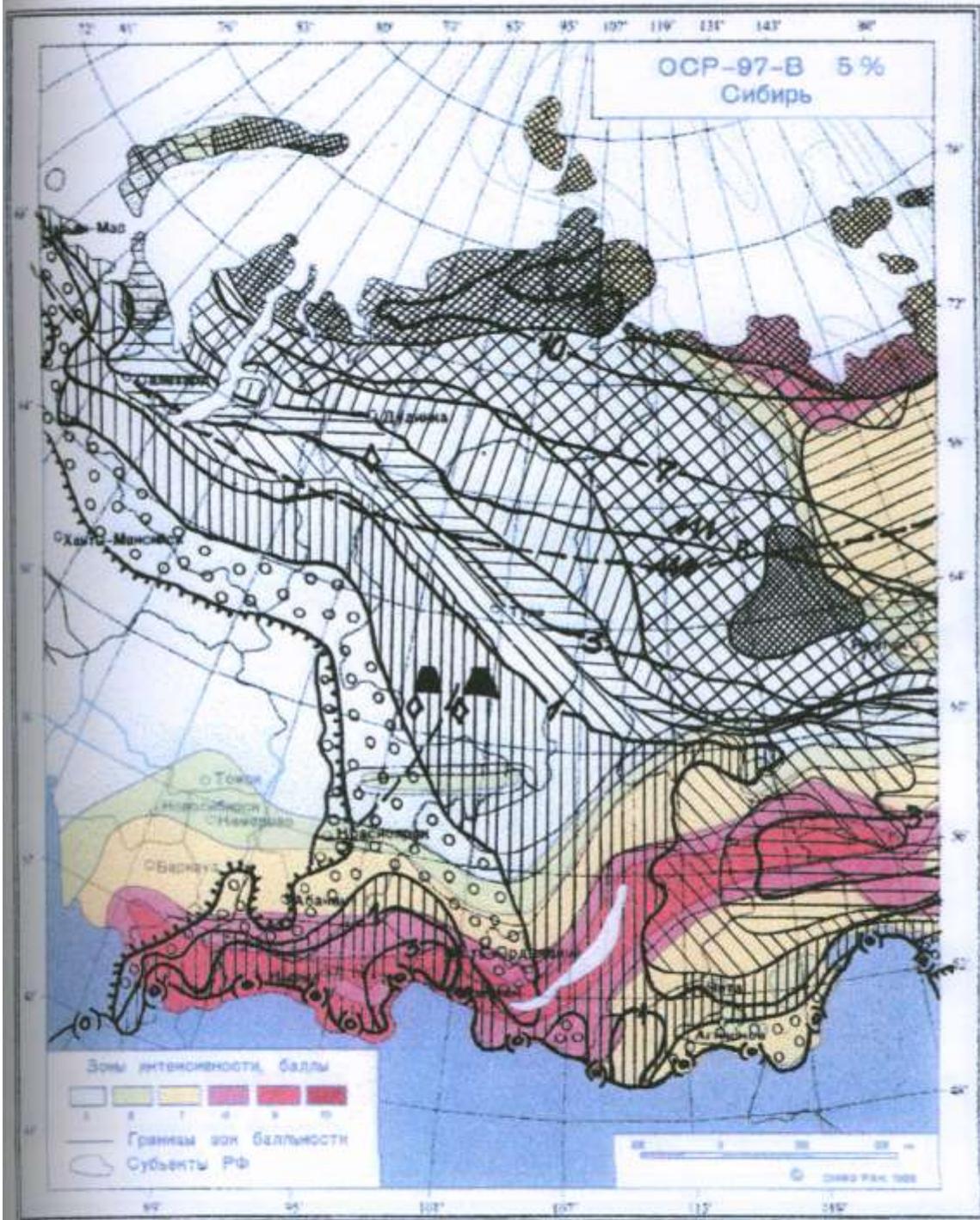
СниП II-7-81 Строительство в сейсмических районах
Районирование сейсмической активности
для объектов массового строительства



Условные обозначения

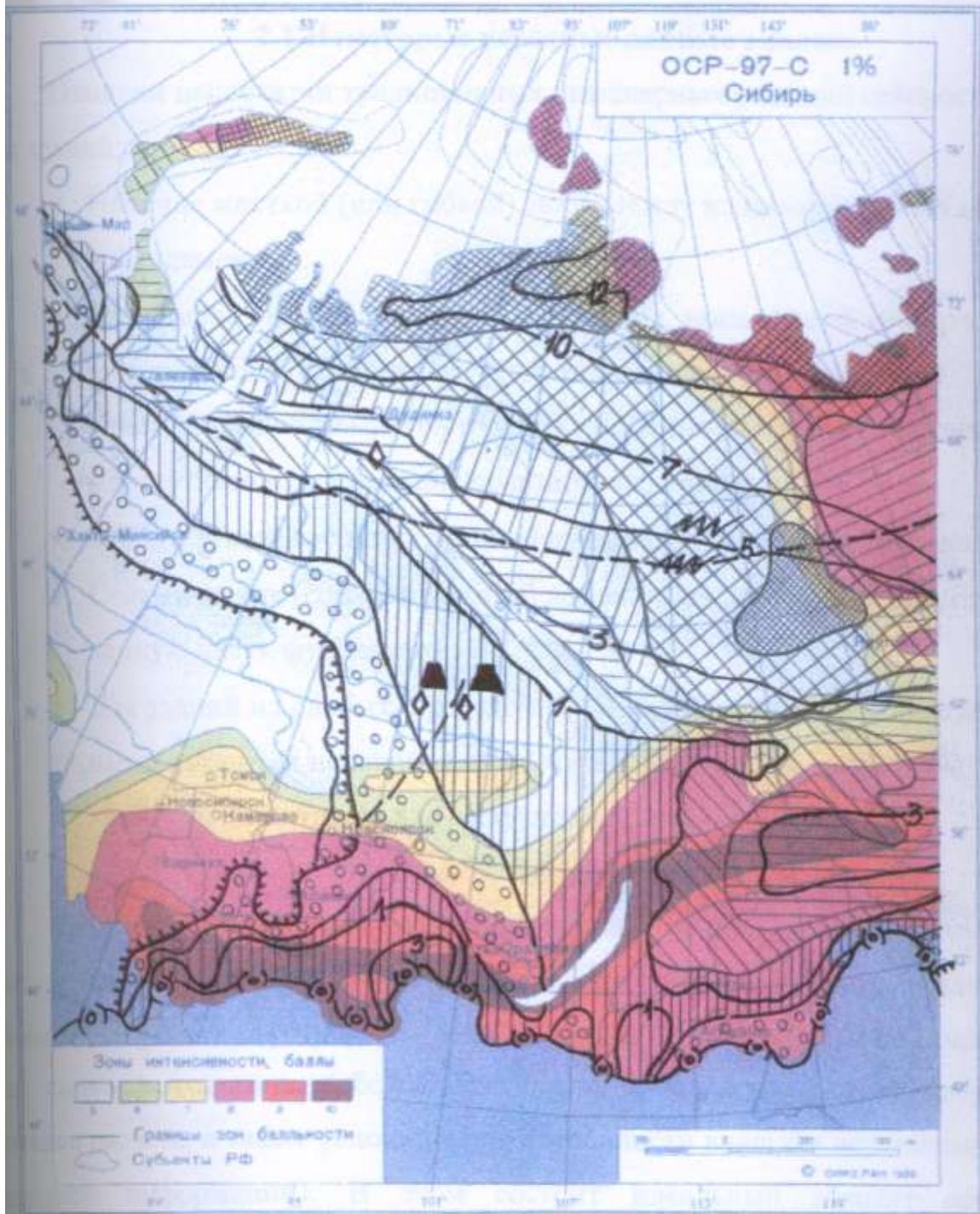
- Южная граница распространения вечномёрзлых глетчиков
- Зона отдельных островов вечномёрзлых глетчиков с максимальной толщиной до 25 м.
- Зона распространения вечномёрзлых глетчиков
- Негорючий
- Негорючий
- Газовый

СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах
Районирование сейсмической активности
для объектов повышенной ответственности



- Условные обозначения**
- | | |
|---|--|
| Зона распространения Визмеряемых границ | Условно распространения Визмеряемых границ по ширине более 500 м |
| Изометры температуры земной коры на глубине 40 м | Негорные/горные возвышенности |
| Зона отдельных островов Визмеряемых границ с максимальной толщиной до 20 м | |
| Зона распространения Визмеряемых границ с максимальной толщиной до 10 м, с преобладающей толщиной от 100 до 200 м | |
| То же, толщиной от 200 до 300 м | |
| То же, толщиной от 300 до 400 м | |
| То же, толщиной от 400 до 500 м | |
| То же, толщиной более 500 м | |

СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах
Районирование сейсмической активности
для особо ответственных объектов



- Условные обозначения**
- | | | | |
|--|----------------------|--|----------------------|
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |
| | Условные обозначения | | Условные обозначения |

2. ГОТОВНОСТЬ К ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЮ

1. Оценка опасности сейсмического риска. Пособие для должностных лиц.

Брошюра подготовлена на основе результатов исследований, выполнявшихся в 1993-1995 гг. в рамках Государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народно-хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф», проект 2.2.1, в котором принимали участие следующие организации: Институт сейсмологии Объединенного Института физики Земли РАН, Институт земной коры СО РАН, Институт литосферы РАН, Институт проблем передачи информации РАН, Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций Минстроя РФ с участием Международной Академии информатики.

Брошюра предназначена в основном для должностных лиц, принимающих решения на городском, региональном или государственном уровне, для планирующих органов, страховых компаний и др., а также для жителей сейсмоопасных районов.

В брошюре дается общее представление о сейсмической опасности, о последствиях сильных землетрясений, об уязвимости населения, зданий и сооружений, линий жизнеобеспечения в сейсмоопасных районах. Обсуждаются вопросы прямых и косвенных, вторичных и долгосрочных потерь от землетрясений и пути минимизации этих потерь. Разработанные методики могут быть использованы для оценки сейсмического риска в масштабе республики, края, области, района, города, поселка или отдельного объекта.

Здесь приведены две таблицы из приложения по готовности к землетрясению.

Форма учета мероприятий по готовности к землетрясениям [Mitigating..., 1991]

Мероприятия	Ситуация в вашем городе, районе			Приоритеты
	Не проводятся	Начаты	Проведены	
1	2	3	4	5
СУЩЕСТВУЮЩАЯ ЗАСТРОЙКА (заполнить соответствующие графы)				
Паспортизация зданий				
Усиление особо ответственных сооружений				
Укрепление зданий с недостаточным уровнем сейсмостойкости				
Снижение опасности, вызванной повреждениями неконструктивных элементов				
Контроль за хранением и использованием опасных материалов				
ПЛАНИРОВАНИЕ НА СЛУЧАЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И РЕАГИРОВАНИЕ				
Оценка сейсмической опасности и риска				
План реагирования на случай землетрясения				
Определение ресурсов на случай реагирования				

Создание жизнеспособных систем связи				
Создание служб поиска и спасения				
План междуведомственного взаимодействия				
Создание и обучение служб реагирования				
ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ				
Получение информации о геологических и грунтовых условиях				
Модернизация и усовершенствование характеристики безопасности				
Выполнение нормативных рекомендаций по проведению исследований в специальных зонах				
Ограничение строительства в опасных районах				
Обеспечение надзора и контроля за проектированием сейсмостойких сооружений				
ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ				
Планирование восстановления служб				
Разработка порядка проведения работ по оценке повреждений				
Планирование проведения обследования и выявления зданий, непригодных для жилья				
Планирование разборки развалин				
Разработка программы краткосрочных восстановительных мероприятий				
Подготовка плана долгосрочных восстановительных мероприятий				
ИНФОРМАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СЛУЖБ				
Работа со средствами массовой информации				
Поддержка специальных школьных программ				
Поддержка работы по осознанию сейсмической опасности в деловых кругах				
Оказание помощи по подготовке семей и их соседей				
Оказание помощи при подготовке пожилых людей и инвалидов				
Поддержка усилий добровольных общественных объединений				
Постоянное обучение персонала и совершенствование программ				

Вопросник для оценки ситуации и определения перечня мероприятий, предпринимаемых администрацией и населением

	+	±	-
1. Вопросник для определения ситуации сразу после катастрофы Создана ли при местной администрации комиссия по чрезвычайным ситуациям? организованы ли спасательные команды? делается ли что-нибудь для изолированных семей? Проведена ли работа по выявлению раненых и их доставке в медицинские учреждения? Проведена ли эвакуация жителей из опасных зданий? Предприняты ли действия для решения насущных проблем выживания пострадавших? Обеспечение водой			

<p>Обеспечение питанием Предоставление временного жилья</p> <p>Определены ли места хранения тел погибших до похорон? Предпринимаются ли шаги для опознания погибших? Создан ли информационно-координационный центр? Установлена ли связь с центральными (региональными, национальными) органами власти? Оценены ли объемы необходимой срочной помощи извне с учетом числа людей, нуждающихся в помощи, типа необходимой помощи и имеющихся на месте ресурсов? Предпринимаются ли действия для воссоединения семей? Подготовлены ли инструкции по безопасности? предпринимаются ли действия по распространению информации о: последствиях катастрофы, о существующей опасности, о фактах, успокаивающих население?</p>			
<p>2. Вопросник для определения ситуации в период после катастрофы</p> <p>Поддерживается ли связь с центральными органами власти? Осуществляется ли координация информации о необходимых потребностях? координируются ли действия местных добровольных команд? Координируются ли действия добровольцев, прибывших из других районов? Удается ли успешно избегать ненужной помощи? Справедливо ли распределяется гуманитарная помощь? Поддерживается ли контакт с группами семей? Успокоены ли жители, проживающие в поврежденных, но безопасных для жизни домах? Выбрано ли подходящее место для размещения временного жилья? Учитываются ли семейные и соседские отношения, социально-экономические и культурные потребности при создании убежищ для пострадавших? Организуются ли группы семей из пострадавших? Возникли ли проблемы с: снабжением водой, обеспечением одеждой, обувью и одеялами, обеспечением продуктами питания, организацией пунктов приготовления горячей пищи, установкой общественных туалетов, организацией пунктов для стирки белья и мытья посуды, утилизацией бытовых отходов? Проводятся ли короткие совещания для обсуждения различных проблем и путей их решения? Предпринимаются ли усилия для создания атмосферы солидарности, взаимопомощи и конструктивных действий населения? Возобновлена ли работа школьных учреждений? принимает ли участие дети в общественных мероприятиях? Проведены ли мероприятия по пресечению ложных слухов? Приняты ли меры, обеспечивающие беспристрастность в распределении гуманитарной помощи? Уделяется ли внимание тому, чтобы добровольцы из других районов не заняли рабочие места местного населения, а лишь помогали справиться с ситуацией? Оказана ли поддержка и помощь пострадавшим в восстановлении их деятельности? Предприняты ли инициативы, способствующие восстановлению экономики за счет наиболее рационального использования местных ресурсов? предпринимаются ли усилия для участия населения в составлении планов реконструкции, восстановления и развития и соответствия этих планов нуждам и культурным потребностям населения? Предпринимаются ли действия, чтобы избежать: задержек, ненужных дискуссий, необъективного отношения, спекуляций, недобросовестных отношений, насилия?</p>			

<p>3. Вопросник для определения мероприятий для обеспечения готовности к катастрофе</p> <p>Создана ли комиссия по чрезвычайным ситуациям? Активно ли работает эта комиссия? Предприняты ли усилия для: анализа уроков предыдущих чрезвычайных ситуаций, оценки риска катастрофы в регионе и ее возможных последствий, определения имеющихся ресурсов для ликвидации последствий катастрофы, обучения добровольцев спасению пострадавших и оказанию первой помощи, информирования и обучения населения о природных опасностях и поведении во время катастрофы: в школах, в учреждениях, в обществе, в общественных организациях?</p> <p>Составлен ли план на случай чрезвычайной ситуации с учетом следующих существенных сфер деятельности: работ по спасению пострадавших, оказанию помощи в случае чрезвычайной ситуации, обеспечению связи, обеспечению: водой, продуктами питания, снабжению электроэнергией, обеспечению временным жильем, если в этом есть необходимость, обеспечению работы транспорта, обеспечению выполнения санитарных норм, распространению информации и инструкций?</p> <p>проведены ли учебные тренировки на случай чрезвычайной ситуации в целях подготовки? предусмотрены ли мероприятия по объединению усилий с соседними регионами на случай катастрофы?</p>			
--	--	--	--

2. Землетрясение. Памятка для населения.

В ней содержатся сведения для населения о том, как правильно вести себя при землетрясениях, чтобы избежать наибольшей опасности. Коротко описано, что такое землетрясения и как они возникают. Там же есть такая фраза: «Несмотря на некоторый прогресс в области прогноза землетрясений, состояние современной науки не позволяет с точностью определить время и место возникновения землетрясения».

Также в «Памятке» есть сведения о сейсмостойкости различных зданий. Деревянные и панельные здания наиболее сейсмостойкие, так как обладают достаточной пространственной жесткостью, шлакоблочные и шлакозаливные дома – наиболее уязвимые, а сейсмостойкость кирпичных зданий зависит в основном от прочности сцепления кирпича с раствором кладки, а также от наличия железобетонных включений или армирования, вводимых для усиления стен.

Описано определение силы землетрясения по шкале MSK-64 (12 баллов) и поведение различных зданий при землетрясениях разной интенсивности. Описаны также основные факторы, являющиеся источником опасности при землетрясениях и способы избежать наибольшего ущерба.

3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

3.1. А.М. Курзанов. ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ЗДАНИЙ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ МЕТОДОМ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ. Окончание. ПГС № 7, 1997 г.

Конкретное описание расчета, обоснование которого приведено в других статьях автора.

3.2. А.М. Курзанов. СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ НАШЕГО ДОМА. ПГС № 8, 1997 г.

Конкретное описание расчета, обоснование которого приведено в других статьях автора.