

**НЕОБХОДИМА СИСТЕМНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО  
СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(в порядке обсуждения)**

**Худобердин И.Р., Абовский Н.П. докт. техн. наук, профессор,  
Палагушкин В.И. канд. техн. наук, доцент**

*Сибирский федеральный университет*

Известна сложность и неопределенность многих вопросов исследования сейсмостойкого строительства, тем более необходимо обобщить и сформулировать целый ряд вопросов, нарушающих системность исследования. В данной статье сделана попытка обратить внимание на некоторые из этих вопросов.

1. Существует разрыв между геодинамической и строительной частями исследований. Суть в том, что результаты геодинамических работ не могут быть воспроизведены строительным проектированием и моделированием сейсмических воздействий. Геофизики определяют смещение, скорости, ускорение, переводя все в баллы, т.е. передают строителям зашифрованную информацию. Балл является весьма обобщенной и приближенной характеристикой, которую строители стараются также весьма приближенно расшифровать в своих расчетах, но воспроизвести (смоделировать) сейсмические воздействия в расчетах не могут (набираются погрешности с обеих сторон геофизиков и строителей). В нормативах строителей смещение вообще не учитывается (хотя смещения, особенно тангенциальные) являются наиболее опасными. В стране отсутствует единый научный орган (НИИ), который бы согласовывал эти исследования.

2. Не вдаваясь в подробный анализ методов расчета, отметим, что нормативный метод расчета (спектральный) учитывает расчетный балл по спектру колебаний, но при этом теоретическое определение частот и форм собственных колебаний существенно отличается от реальных. В связи с этим вводится система достаточно грубых коэффициентов, покрывающих недостатки нормативного моделирования. Многие параметры сейсмических воздействий, кроме балла не используются. Результаты других методов расчета (волновой, по акселерограммам) существенно отличаются от спектрального. Эти расхождения известны, но далеко не в полной мере анализируются в литературе, также как и сопоставление с результатами экспериментальных исследований.

В расчетах влияние конкретных типов фундаментов совместно с основанием исследуется совершенно недостаточно, хотя известно, что поведение фундамента при сейсмических воздействиях существенно определяет поведение верхнего строения и его сейсмостойкость, т.е. расчетные схемы весьма далеки от реальности. Накладываются погрешности определения сейсмической нагрузки на данной площадке и упрощение расчетной схемы здания.

3. В натурных экспериментальных исследованиях воспроизвести сейсмическое воздействие не удается. Используемые вибрационные воздействия выявляют прочность и целостность здания при некоторых динамических воздействиях, которые далеки от сейсмических. При сильных землетрясениях (Кобе 1995 и др.) зафиксированы «срезы» колонн, что не должно происходить при колебательном разрушении конструкций. Вероятно этот эффект связан с распространением ударной

волны от сейсмического очага. Этот эффект описан в литературе и объясняется как «специфический сдвиговой пластический шарнир».

4. В новые нормативные материалы впервые включаются методы сейсмоизоляции, но также недостаточно системно. Влияние сейсмоизоляции в имеющихся публикациях рассматривается вне зависимости от фундамента и предполагается размещение сейсмоизоляции выше фундамента, т.е. предполагается расчленение системы на две части: фундамент и верхнее строение. В нормативах и литературе отсутствует и недостаточно освещены внешняя сейсмозащита зданий и строительных систем, в том числе волногашение, проскальзывание сейсмической волны под фундаментной плитой, использование защитных траншей с мягким заполнителем и др., не допускающих или снижающих сейсмическое воздействие на всю строительную систему. В отличие от традиционной сейсмоизоляции, располагаемой внутри здания, внешняя сейсмозащита не допускает (или снижает) сейсмическое воздействие внутрь здания.

5. Известные в литературе сопоставления и анализ сейсмических колебаний грунта и верхнего строения проводятся почему-то без учета конкретной конструкции фундамента, который является непосредственной связью между ними, а также неизвестно при каких свойствах основания. При этом начальный момент сейсмического воздействия (толчок, удар) почему-то не принимается во внимание. А ведь именно после этого толчка возникают колебания, энергия этого толчка не полностью (частично) через фундамент передается на верхнее строение. Именно здесь в этот момент и происходит рассеивание энергии возмущения и наличие внешнего защитного сейсмического устройства, снижающего передачу толчка, может быть наиболее эффективно.

6. Учитывая сложность и недостатки, указанные выше, особое место следует уделить развитию методов конструктивной сейсмобезопасности. Использование искусства инженерного конструирования не поддающееся формализации содержит в себе огромные резервы создания надежных конструкций и способно перекрыть недостатки развития теоретических расчетов и неточности определения сейсмической нагрузки. Также, мало внимания уделено способам усиления сейсмостойкости существующих зданий, хотя действующая Федеральная целевая Программа по повышению сейсмостойкости зданий нацелена на решение именно вопросов сейсмоусиления существующих зданий. Разработка рационального усиления сейсмостойкости существующих зданий является актуальной задачей сегодняшнего дня. Здесь требуются, как правило, нестандартные решения, которые плохо освещены в литературе и недоступны многим проектировщикам.

Также мало внимания уделяется исследованию и анализу сейсмостойкости специальных конструкций (магистральных трубопроводов, отдельных надземных резервуаров, мостов и др.). Результаты мониторинга автоматического учета и регулирования колебаний и сейсмичности недостаточно освещены в литературе и неизвестно кем они обобщаются.

7. Огромное значение имеет подготовка и переподготовка научных и инженерных кадров для обеспечения сейсмобезопасности строительства. К сожалению, во многих университетах эта работа не налажена. Это в первую очередь касается учебных планов и учебных пособий, в которых, как правило, стремятся подчинить обучение действующему нормативному. Совершенно недостаточно освещаются и разрабатываются методы конструктивной сейсмобезопасности. Отметим, что в традиционных учебниках по конструкциям из разных материалов даже отсутствует раздел по формообразованию сейсмостойких конструкций. Думаем, что это серьезный недостаток в организации обучения сейсмостойкому строительству, так как при

нынешних недостатках развития теории и методов расчета именно рациональное конструктивное формообразование позволяет обеспечить сейсмобезопасность.

8. О геодинамических погрешностях. Отметим только вопросы сейсмического микрорайонирования, т.е. определение сейсмической опасности локальной площадки.

- Сейсмическое микрорайонирование проводится, как правило, до строительства объекта, т.е. не учитывается его влияние (в том числе уплотнение грунта, добавленная жесткость основания и т.д.), Корректировки после строительства не вносятся и не могут быть учтены, т.к. проект реализован.

- Вероятно, сейсмическое микрорайонирование не должно быть одноразовым только до строительства. Целесообразно сопровождать эксплуатацию здания и не ограничиваться только показателями наземных датчиков, отражать состояние всего сооружения, для чего использовать стационарные следящие устройства хотя бы для ответственных сооружений. Необходимо дополнить нормативные материалы указанием необходимости такого мониторинга для ответственных объектов.

- Воспринимает ли традиционная сейсмоизоляция энергию сейсмотолчка? Или учитываются только его последующие колебания.

- Нельзя игнорировать тот факт, что развитие многих городов, в том числе и Красноярска, не базируется на картах сейсмического микрорайонирования, хотя это и предусмотрено Градостроительным кодексом РФ. А ведь без определения сейсмичности строительной площадки нельзя принять надежные конструктивные решения для строительства и реконструкции зданий. Имеющиеся в СНиПе разрешительные допущения по этому поводу весьма негативны.

Данная статья представляет собой попытку обратить внимание на необходимость системности в исследовании, которые, безусловно, должны быть дополнены многими другими вопросами.