

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОТВЕТСТВЕННЫХ И СЛОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В статье освещены причины сейсмических разрушений зданий и сооружений. Приведены примеры решения проблем, связанных с проектированием сложных ответственных объектов

Ключевые слова: уровень сейсмического риска, безопасность, инженеры-проектировщики

SOME PROBLEMS OF THE PROVISION TO SEISMIC RELIABILITY MODERN RESPONSIBLE AND COMPLEX BUILDINGS

Reasons of the seismic destructions of the buildings and buildings are illuminated in article. Cite instance decisions of the problems, in accordance with designing complex responsible object

Keywords: seismic risk, safety, design engineers.

Занимаясь научными исследованиями, разработкой норм, внедрением этих норм при проектировании и строительстве, ученые постоянно сталкиваются с трудными проблемами упрощения, формализации очень сложных, далеко еще не разрешенных наукой задач и сейсмологии и строительных наук, с несовершенством любых норм проектирования и с пониманием того, что эти нормы, хотя и обеспечивают довольно высокий уровень сейсмической безопасности, все же не могут обеспечивать стопроцентную гарантию безопасности.

Причины сейсмических разрушений сооружений, гибели тысяч людей и других тяжелых последствий землетрясений обусловлены не только ошибками сейсмологов в прогнозе сейсмической интенсивности и низким качеством строительных конструкций, как это обычно объясняется. Во многих случаях разрушения предопределены проектом, методологией проектирования, заложенной в нормативные документы. Эта методология определяется уровнем развития науки, которая никогда не бывает абсолютно завершенной. Поэтому невозможно сформулировать для норм универсальные формализованные правила проектирования, пригодные для абсолютно любых ситуаций, встречающихся в инженерной практике. Формализованные, по необходимости, правила, составляющие нормы проектирования, не могут дать абсолютную гарантию сейсмической безопасности. Кроме того, приемлемый уровень сейсмического риска и безопасности зависит от состояния экономики данной страны и существенно различается для различных стран. Поэтому неправильно оценивать качество норм проектирования в зависимости от расчетного уровня сейсмических нагрузок в сравнении с расчетными нагрузками и другими положениями в нормах других стран.

Не все аспекты проектирования объектов для сейсмоопасных районов могут быть формализованы в рамках нормативных документов и применяться инженерами-проектировщиками как универсальные на основе этих документов. Научные работники, исследователи, разработчики норм, обладающие глубокими знаниями, владеющие широкой информацией, способны на основе коллективных экспертных оценок, предлагать технические решения, проекты, обеспечивающие значительно более высокий уровень безопасности при разумных затратах, т.е., решения, более приближенные к оптимальным. Поэтому целесообразно научное сопровождение проектов. В столь сложной области знаний и

практической деятельности как сейсмостойкое строительство, зависящее от уровня сейсмологии, геологии, строительных наук теории вероятностей и т.п. научное сопровождение проектирования особенно необходимо и должно обязательно включаться в состав проекта. Это в первую очередь, относится к проектам ответственных сооружений (высотные здания, крупные общественные сооружения, ядерные объекты, высокие плотины и т.п.), а также к проектам сложных объектов.

Эта мера не только повысит уровень сейсмической безопасности по сравнению с нынешним уровнем. Появятся некоторые финансовые средства для развития науки. В результате развития науки будет совершенствоваться методология проектирования. В результате будет постоянно повышаться уровень сейсмической безопасности.

Пример 1. Неопределенность при назначении расчетных величин сейсмических нагрузок.

Для сооружений разной ответственности необходимо создать карты, отвечающие разным вероятностям повторения, т.е. разные карты. В результате таких расчетов получаем некоторый расчетный уровень сейсмического риска. Но каков должен быть регламентируемый риск? Как его установить? Иногда применяют термин "приемлемый" риск, учитывая который как бы можно назначать регламентируемые величины риска и, следовательно, расчетные величины сейсмической нагрузки.

"Приемлемый сейсмический риск" - но что это такое? Нужно установить какой-то рациональный уровень риска, оптимальный уровень, что означает максимальная надежность при минимальных затратах и эти величины различны в разных странах в зависимости от их экономического уровня. Но такая задача ведь не может решаться в рамках одного какого-то вида риска, например, сейсмического. Есть другие риски: стихийные катастрофы, техногенные катастрофы, болезни и многие другие риски. По существу, установление оптимального уровня сейсмического риска должно вытекать из решения общей задачи по оптимальному распределению экономических ресурсов страны для максимального снижения суммарного риска от всех перечисленных видов риска в стране. Но такая задача чрезвычайно сложна, выходит за рамки компетенции специалистов по сейсмостойкому строительству, и вообще инженеров. Она не ставилась ни в какой стране [2, 3]. Но ведь расчетные и другие нагрузки как-то устанавливаются, сооружения проектируются и, в основном, большинство из них не разрушаются, если построены по современным нормам. Большинство, но не все.

Правила и нормы разрабатывают ученые и опытные специалисты, имеющие глубокие знания, а, главное, понимание и развитую интуицию. Они-то и оценивают и чаще всего правильно, как при минимальных затратах достичь максимальной безопасности сооружений.

А инженеры-проектировщики используют эти готовые правила, универсальные формулы и нормы. Инженеры-проектировщики, если пользуются мощными компьютерами, приобретают чувство психологического комфорта и убежденности, что проект надежен на 100%. Но надежность и безопасность невозможно обеспечить на 100%, даже при неукоснительном исполнении норм. Можно только минимизировать риск, но не исключить полностью.

Из этого примера следует предложение. Оно состоит в том, что к проектированию сложных и/или ответственных объектов должны непременно привлекаться ученые-разработчики норм, а не только инженеры-проектировщики. Такое указание должно быть включено в будущие нормативные документы. При этом должен быть определен перечень сложных и ответственных объектов, когда необходимо научное сопровождение проектирования.

Пример 2. Анализ последствий разрушительных землетрясений показывает, что важной причиной сейсмических разрушений сооружений разного типа (кирпичные, каменные, каркасные, деревянные) является одна и та же причина - высокая вертикальная статическая и сейсмическая нагрузка. Эта причина разрушений почти не учитывается действующими нормами. Соответствующие разделы науки, например, теория разрушения

сложных конструкций - не разработана в достаточной степени. Созданы на основе экспертных оценок только некоторые концептуальные упрощенные приближенные правила проектирования.

Пример 3. Сейсмоизоляция. Идея сейсмоизоляции весьма прогрессивна и эффективна. Однако, обеспечение надежности систем сейсмоизоляции весьма чувствительно к правильности выбора расчетных моделей сейсмоизолированных сооружений и расчетных моделей сейсмических воздействий.

В некоторых случаях конструктивные мероприятия, которые по замыслу проектировщиков должны создавать положительный эффект сейсмоизоляции, в действительности приводят к серьезному снижению сейсмической надежности. В качестве примеров можно привести "дом Ф.Д.Зеленькова" в г.Ашхабаде, некоторые здания, построенные в г.Петропавловске- Камчатском, в г.Сочи.

При проектировании таких систем особенно необходимо участие компетентных специалистов в области сейсмоизоляции.

Пример 4. Требования норм проектирования о симметрии сооружений, проектируемых для сейсмоопасных регионов, теряют смысл при учете неупругих деформаций и локальных разрушений.

Как известно, философия проектирования сооружений для сейсмоопасных районов, отражающая выводы теории оптимального проектирования, заключается в том, что при землетрясениях высокой интенсивности неупругие деформации и локальные землетрясения допустимы, часто физически неизбежны и должны учитываться при проектировании, в частности, при формировании расчетных моделей сооружений. Вследствие статистического разброса прочности и жесткости конструктивных элементов, неизбежно возникновение неупругих деформаций, трещин и других локальных нарушений в одних элементах, в то время как другие элементы деформируются в еще упругой области. В результате происходит смещение центра жесткости сооружения. Возникает физическая асимметрия в сооружении, геометрически симметричном. С точки зрения такой модели симметричность сооружения принципиально невозможна. Из этого следует совершенно иное распределение усилий, деформаций, перемещений, чем при использовании нынешних традиционных математических расчетных моделей. Формулирование пространственных расчетных моделей и анализ сооружения с частичными разрушениями и неупругими деформациями конструкций в плане и по высоте - весьма сложная задача для инженера-проектировщика, разработка алгоритмов и компьютерных программ для расчета подобных систем требует участия исследователей весьма высокой квалификации.

Выводы:

1. Сейсмостойкость сооружений и сейсмическая безопасность населенных пунктов и населения обеспечивается применением результатов многих весьма сложных и далеко не завершенных наук: сейсмологии, геологии, теории вероятности, строительной механики, динамики сооружений, экономики и др.
2. Научное сопровождение проектирования позволит повысить сейсмическую надежность сооружений и безопасность людей.
3. Перечень объектов, при проектировании которых научное сопровождение обязательно, должен быть включен в состав нормативных документов (технические регламенты, стандарты и т.п.).
4. Приведенный далеко не полный перечень примеров наглядно демонстрирует, что решение проблем, связанных с проектированием сложных ответственных объектов, подвергающихся интенсивным сейсмическим воздействиям встречает затруднения у инженеров-проектировщиков.
5. Проектирование сложных объектов и особо ответственных, важных объектов, должно осуществляться при участии и научном сопровождении специалистов исследовательских институтов и разработчиков нормативных документов.

Литература:

1. МСН СНГ «Строительство в сейсмических районах». Общие положения (проект). // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 2, 2003.
2. Regulations for Seismic Design. A World List-2004. IАЕЕ. June 2004.
3. Айзенберг Я.М. Сейсмический риск и нормирование сейсмической опасности. // В кн. "Сейсмостойкость сооружений". - М.: Наука, 1989.
4. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*. - М.: 2003.