

ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ РИСКА ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

*Сеитов. Б.М., Ордобаев, Б.С., Абдыкеева Ш.С.
Кыргызско-Российский Славянский университет,
Бишкек, Кыргызская Республика, e-mail: ordobaev@mail.ru*

ENGINEERING TECHNIQUES TO REDUCE THE RISK OF EARTHQUAKES

*Kyrgyz-Russian Slavic University, Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: ordobaev@mail.ru*

В статье приведены новые идеи и инженерные мысли о решении проблем по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений, а также принципы проектирования строительства сейсмостойких строительных конструкций и зданий.

In article are brought new ideas and engineering thoughts about decision of the problems on provision seismic stability buildings and buildings, as well as principles of the designing construction seismic stability building design and buildings.

Землетрясения приносят большие человеческие жертвы и огромные материальные убытки. При землетрясении 1 сентября 1923 г. в Японии погибло 150 тыс. чел. и полностью разрушено около 130 тыс. зданий. Землетрясение 23 января 1939 г. в Чили привело к гибели около 40 тыс. чел. При землетрясении 16 декабря 1920 г. в Ганьсью (Китай) погибло 100 тыс. чел., 28 декабря 1958 г. в Мессине (Италия) погибло 100 тыс. чел. и т.д. Землетрясение, как известно, характеризуется короткими толчками, исчисляющимися в доли секунды, в несколько секунд. Но этого времени достаточно, чтобы разрушить все слабо укрепленные, не обладающие особой прочностью и гибкостью здания и сооружения. Действительная причина землетрясений обусловлена перемещением блоков земной коры, которые теснейшим образом связаны с процессами тектонического порядка. Эти всплески удары распространяются от точки сдвига, наплыва, разлома на громадные пространства в виде детонационных отзвуков и полос. Разрушительные землетрясения происходят и на территории Средней Азии, в том числе нашей Республике и в России. Современное строительство в условиях сейсмического риска тесно связано такими направлениями как сейсмология, сейсмостойкость и сейсмостойчивость здания и сооружения. Ниже рассмотрим кратко каждый из направлений.

Сейсмология – наука о землетрясениях зародилась примерно 100 лет назад. Разрушительные действия землетрясений описаны еще в античной литературе. В середине XVII в. гениальный русский ученый М. В. Ломоносов [5] дал первую гипотезу возникновения землетрясения: «...вековые колебания суши, наступления и отступления морей, постоянное движение береговой линии» объясняются «трясением земли». Многие сведения о землетрясениях, происходивших в Армении и соседних с ней странах, начиная с V в. до нашей эры, содержатся в богатой рукописной литературе Матенадарана [6] Армянской Республики (Матенадаран - государственное хранилище древних рукописей). О катастрофическом землетрясении в рай-

оне Арарата, в результате которого образовалась большая пропасть на склоне Большого Масиса, сообщает армянский историк V в. Мовсес Хоренаци. О землетрясениях в Армении, Грузии, Турции и в других соседних странах упоминают кроме армянских историков также зарубежные путешественники XII-XIII вв. Рубруквич, Вагнер, Барбаро Венецианский, Марко Поло и другие [2].

С последних лет прошлого столетия проблема изучения сейсмостойкости зданий и сооружений приобрела научный характер. Традиционные методы и средства защиты зданий и сооружений от сейсмических воздействий включают большой комплекс различных мероприятий, направленных на повышение несущей способности строительных конструкций. Проектирование, которых осуществляется на основании выработанных отечественным и зарубежным опытом строительства норм и правил (СНиП) [7], гарантирующих сейсмостойкость зданий и сооружений в районах с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

Сейсмостойкость – характеристика зданий и сооружений, описывающая степень их устойчивости к землетрясениям. Она является важным параметром в сейсмостойком строительстве, разделе гражданского строительства, который специализируется в области поведения зданий и сооружений под сейсмическим воздействием.

Понятие сейсмостойкость первоначально ассоциировалось с достаточно прочной постройкой, с мощным стальным каркасом или стенами, способными выстоять расчетное землетрясение без полного разрушения и с минимальными человеческими жертвами.

Большинство строителей древности считали землетрясения проявлениями гнева сверхъестественных сил, и поэтому сама мысль о том, что от них можно защититься, казалась кощунственной.

В местностях, где землетрясения были особенно часты (например, Япония), защита от сейсмических явлений достигалась путём максимального облегчения построек, использования вместо камня таких материалов, как древесина и бамбук, а также лёгких ширм вместо капитальных стен. Первыми строителями, обратившим особое внимание на сейсмостойкость капитальных построек, были инки. Особенности архитектуры инков является необычайно тщательная и плотная (так, что между блоками нельзя просунуть и лезвия ножа) подгонка каменных блоков (часто неправильной формы и очень различных размеров) друг к другу без использования строительных растворов, наклонённые внутрь стены со скруглёнными углами и лёгкие соломенные крыши. Благодаря этим особенностям кладка инков не имела резонансных частот и точек концентрации напряжений, обладая дополнительной прочностью свода. При землетрясениях небольшой и средней силы такая кладка оставалась практически неподвижной, а при сильных – камни «плясали» на своих местах, не теряя взаимного расположения и при окончании землетрясения, укладывались в прежнем порядке. От падения соломенной крыши жителей городов инков предохранял тканый тент, перекрывавший потолок.

Однако не следует навязывать зданию непосильную задачу – сопротивляться сокрушительному землетрясению. Лучше дать этому зданию, с помощью сейсмической изоляции, возможность как бы парить над трясущейся землей. Сейсмические изоляторы считаются наиболее эффективной технологией в сейсмостойком строительстве.

Анализ сейсмостойкости основывается на основных принципах динамики сооружений. В течение десятилетий, самым распространенным методом анализа сейсмостойкости являлся метод спектров реакции, который получил свое развитие в настоящее время.

Однако спектры реакции хороши лишь для систем с одной степенью свободы. Использование пошагового интегрирования с трехмерными диаграммами сейсмостойкости оказываются более эффективным методом для систем со многими степенями свободы и со значительной нелинейностью и условиях переходного процесса кинематической раскочки.

Сейсмоустойчивость – способность построек и конструкций выдерживать землетрясения с минимальными повреждениями. Сейсмоустойчивость объекта, прежде всего, зависит от его высоты, его веса в целом, конструктивной системы, которая принимает на себя сейсмическое воздействие, сейсмических регионов, где строится объект, включая и микросейсмическую регионализацию. Так как в зонах малой сейсмической активности могут существовать геологические разломы, которые могут представлять повышенную геодинамическую опасность отдельных объектов, особенно высотных зданий. Для обеспечения сейсмоустойчивости важен, выбор места постройки следует избегать близости к линиям сброса. Также вносятся, изменения в фундамент конструкций создаются «подушки» из бетона или полимерных материалов, благодаря которым здания скользят или «плавают» во время землетрясения и не разламываются по тем линиям, где создается наибольшее напряжение.

Наиболее перспективное направление повышения сейсмоустойчивости – это сейсмоизоляция зданий. Сейсмоизоляция подразумевает отстройку частот колебаний здания от преобладающих частот воздействия. Именно это и обеспечивает снижение механической энергии, получаемой конструкцией от основания. Специалистами России и зарубежных стран предложены разнообразные устройства систем сейсмоизоляции и гасители энергии колебаний сооружений, а также системы с использованием сплавов, заполимеривших объемное состояние, и другие «интеллектуальные» системы. В мире наблюдаются следующие тенденции: первая это применение в чистом виде сейсмоизоляции зданий, которая устраивается, как правило, в нижних этажах: резинометаллические опоры самой различной модификации, с низким и высоким демпфи-

рованием, с сердечником из свинца и без него, с применением различных материалов. Есть также фрикционные скользящие опоры маятникового типа. И те и другие опоры применяются в мире очень широко. Второе направление применение демпфирования (гашения колебаний), которое известно очень давно и постоянно совершенствуется. Для высотного строительства, как правило, используется сочетание: сейсмоизоляцию располагают в нижнем этаже, а по высоте здания устанавливают демпфирование. Сейчас производители предлагают самые различные демпферы: металлические, жидкостные, есть специальные сплавы с памятью, специальные демпфирующие стены, последние устройства хотя и относительно дорогие, но достаточно эффективные.

Профессор Университета Колорадо Роджер Билхэм [8] опубликовал свой доклад, в котором говорилось, что при современном росте урбанизации и увеличении населения, к середине XXI века потребуется более миллиарда жилых строений, а человечество столкнется с новым оружием массового уничтожения – таким оружием станет... обыкновенный жилой дом. Объясняя свой парадоксальный вывод, ученый ссылается на то, что власти и архитекторы не уделяли и не будут в будущем уделять должного внимания возведению сейсмоустойчивых зданий, а также укреплению уже имеющихся. Причина банальна – для строительства таких зданий требуются существенно большие затраты.

После того, как в 2010 году случилась страшная трагедия на Гаити, ученые отметили, что многих жертв можно было бы избежать, если бы на острове уделялось должное внимание строительству сейсмоустойчивых зданий. Профессор Чак ДеМетс [8] из Northwestern University заявил, что свою роль в появлении такого количества жертв сыграло безответственное строительство. Здания, не рассчитанные на столь мощный удар, складывались как картонные домики, становясь могилами для людей. Случись подобное землетрясение в Калифорнии, жертв было бы на порядок меньше. Вывод профессора подтверждают следующие факты: землетрясение в Армении 1988 года магнитудой 6,9 баллов по шкале Рихтера унесло жизни 25 тысяч человек, а годом спустя, при аналогичном землетрясении в Калифорнии погибли только 63 человека. Эти цифры, как считает Чак ДеМетс, наглядно иллюстрируют огромную роль сейсмоустойчивых зданий в спасении жизней во время землетрясений.

Изначально в Ленинакане (современное название – Гюмри) велось лишь монолитное домостроение. Однако это – многоступенчатая работа. Необходимо было искать новые пути развития технологий строительства. И они были найдены. Специально для Ленинакана были разработаны сборные конструкции, которые выдержали бы землетрясения до 9 баллов. Дома из сборных конструкций возводились в полтора раза быстрее, чем монолитные дома, к тому же они оказались экономичнее, так как себестоимость строительства была на 30% ниже себестоимости монолитных домов. Специалисты компании "Стройтехника" принимали участие в ликвидации последствий землетрясения и строительстве сейсмоустойчивых зданий в Армении. Стоит заметить, что даже происшествий более чем 20-и лет со дня землетрясения в Армении технология не потеряла своей актуальности, хотя, без сомнения, появились и новые пути решения проблемы обеспечения сейсмоустойчивости зданий.

Как сообщает портал ScienceNOW, одну из самых революционных идей предлагает группа французско-британских ученых. Они рассчитывают сделать здания... невидимыми для землетрясений. На эту идею ученых навела стелс-технология в авиации, позволяющая самолетам оставаться невидимыми для радаров. Только в данном случае речь идет о "невидимости" зданий для сейсмических волн. Как известно, эта технология основывается на сочетании использования специального материала и специфической формы поверхности. Вкупе эти свойства делают самолеты невидимыми для радаров, частично отклоняя, а частично – поглощая сигналы. При создании "невидимых" зданий принцип такой же. Ученые рассчитали, каким должен быть "волнорез", состоящий из меди, пластика и других материалов. "Волнорезы", по проекту ученых, должны рассеивать катастрофическую энергию землетрясений. Во время экспериментов на защищенные сооружения направляли волновые возмущения, моделирующие сейсмических волн при землетрясении. Устройства в виде колец поглощали и рассеивали волны, практически, не пропуская их внутрь кольца. Не исключено, что именно эта технология ляжет в основу строительства сейсмоустойчивых домов в будущем.

Существуют и другие методы защиты. Один из них – в буквальном смысле, "выращивание" сейсмоустойчивых домов. Как сообщает портал LiveScience, одна из групп ученых пришла к выводу, что некоторые деревья могут расти в условиях аэропного культивирования, а также воздушного культивирования. Необходимые для роста дерева питательные вещества поступают не с корнями из земли, а разбрызгиваются в воздухе. При этом данные деревья имеют пластичные корни и с помощью металлических рамок им можно придать любую форму. Как только дерево-дом выросло до нужных размеров, его укореняют в земле. Надземная часть корня, соответствующая строго заданной форме, лифгинифицируется, с возрастом становится все прочнее и крупнее. Ее можно использовать как основу под строительство экологически безопасного и сейсмоустойчивого дома. Первый такой дом ученые планируют "сдать" через 10 лет.

Один из распространенных способов сейсмоустойчивого строительства – возведение зданий на фундаменте с большим запасом несущей прочности. Например, в России по такому принципу построены экспериментальные дома в городе Усть-Лабинск. Здесь возводят 4-5-этажные здания на усиленном фундаменте, соответствующем дому в 9 этажей для обычных сейсмоусловий.

Для того чтобы успешно противостоять землетрясениям ученые разрабатывают и новые строительные материалы. В частности, представители высшей школы из Мичигана создали новый вид бетона, получивший название "эластичный" бетон. Он, как следует из названия, отличается повышенной эластичностью и гибкостью. Интересной особенностью материала можно считать способность самовосстанавливаться под воздействием дождя или снега. Эти необычные свойства бетону обеспечивает добавление минералов, которые входят в состав морских раковин. Возникшие в результате нагрузки трещины в этом удивительном бетоне, со временем затягиваются, и прочность материала остается неизменной.

Однако и некоторые известные с древности строительные материалы отличаются сейсмостойчивостью. В частности, к таким материалам относится глина. В Таджикистане построено немало сейсмостойчивых зданий именно из этого материала, с добавлением древесины эластичных сортов дерева, таких как, например, тутовник. Для строительства такого здания, прежде всего, изготавливают деревянную стойку, нижнюю и верхнюю обвязочную балку, (именно так веками строили дома в Средней Азии), а затем, во время постепенного возведения глиняных стен, в них "вплетаются" ветки деревьев. Описанная технология применяется в Таджикистане, очевидно, из-за необходимости экономить на строительной технике и материалах. И её недостатком можно признать то, что это возможно только в малоэтажном строительстве. Ещё одна инновация в отрасли строительных материалов: применение высокопрочной арматуры при строительстве зданий и сооружений. В настоящее время осуществляется производство сейсмостойчивой арматуры класса прочности 500 МПа.

Произошедшее землетрясение в Японии подтолкнуло ученых Страны восходящего Солнца и самих выступить в СМИ с заявлением о том, какими должны быть сейсмостойчивые здания и какие принципы необходимо соблюдать при их строительстве. Следует использовать симметричные конструктивные схемы. При строительстве требуется равномерно распределять жесткость конструкции и массу. Однородность и монолитность конструкции обеспечивается благодаря применению укрепленных сборных элементов. К особенностям строительства стоит отнести и создание антисейсмических швов – двойные стены или двойные ряды несущих стоек. Они как бы разрезают дом на самостоятельные, независимые друг от друга отсеки. Не допускается при строительстве использовать перегородки из ручной кирпичной кладки в зданиях выше пяти этажей. В качестве строительных материалов для сейсмостойчивых зданий рекомендуются панельные блоки, изготовленные с применением вибрации в специальных заводских условиях. В растворы необходимо добавлять пластификаторы и адгезирующие добавки, которые повышают сцепление раствора со строительным материалом. Еще одно правило возведения сейсмостойчивых зданий – бетонные или кирпичные перегородки должны армироваться и анкериться по всей длине. Предпочтительные формы объектов при строительстве в сейсмоопасной зоне – прямоугольный, круглый, квадратный или шестиугольный дом. Строения в виде книжек, с вытянутыми одной или двумя сторонами категорически не подходят. Фундаменту во время строительства всегда должно придаваться особое значение, особенно если речь идет о сейсмостойчивых зданиях. Известна методика применения сейсмоизолирующих подушек из бетона и полимерных материалов, когда возникнет эффект скольжения по ним здания во время землетрясения.

Сегодня строительная отрасль создала определенные аксиомы строительства сейсмостойчивых зданий. В частности, жесткость и массу необходимо равномерно распределять на различных участках здания. Строить нужно из прочных конструкций, необходимы антисейсмические швы – несущие стены должны быть надежными. Для зданий, которые могут подвергнуться землетрясению, необходимо в фундаменте создавать «подушки» из бетона или полимеров. Лучшая форма зданий в сейсмически опасной зоне – круглые, прямоугольные, квадратные или шестиугольные формы. Данные инновационные технологии позволяют бороться с землетрясениями. Однако научная мысль не стоит на месте, японское землетрясение доказало всему миру огромное значение строительства сейсмостойчивых зданий.

Выводы

При всем обилии проведенным и проанализированным наблюдениям, место, время и магнитуда будущих разрушительных землетрясений даже в хорошо изученных регионах по-прежнему оказывается неожиданным.

А пока нет ответа на этот и многие другие вопросы, у человечества есть только один способ обезопасить себя – развивать и совершенствовать сейсмостойкое строительство на территориях, которые подвержены влиянию сильных землетрясений.

Многие из описанных в статье принципов строительства сейсмостойчивых зданий относятся к будущему. Пока же очевидно одно, и землетрясение в Японии это подтвердило, на сегодняшний день не существует технологии и строительного материала, который на 100% смог бы противостоять самому сильному землетрясению. Создавать инновационные технологии и материалы в сейсмостойком строительстве – задача ученых, инженеров и строителей.

Литература

1. Коричинский И.Л., Поляков С.В. и др. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. - М.: Госстройиздат, 1961.-488 с.
2. Карцивадзе Г.Н., Медведев С.В., Напетваризде Ш.Г. Сейсмостойкое строительство за рубежом. - М.: Госстройиздат, 1962. - 225 с.
3. Карапетян Б.К., Карапетян Н.К. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. - М.: Наука, 1978.- 159 с.
4. Казина Г.А., Килимник Л.Ш. Конструкции сейсмостойких зданий в зарубежном строительстве (обзор). - М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1974. - 60 с.
5. Медведев С. В. Инженерная сейсмология. - М.: Госстройиздат, 1962. - 284 с.
6. Назаров А.Г. Инженерного анализа сейсмических сил. АН Арм. ССР. - Ереван: 1959. - 141 с.
7. Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81. - М.: Стройиздат, 1982.-75 с.
www.allbest.ru.

УДК 536.7:628.543

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА УНИЧТОЖЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (ТБО)

А.Татыбеков, Ж.Д.Сыдыков, М.А.Бугубаева

*Институт горного дела и горных технологий имени академика У. Асаналиева,
г.Бишкек, Кыргызская Республика*

В данной работе приведена экологическая проблема уничтожения твердых бытовых отходов (ТБО) на плазменном реакторе в двух вариантах, косвенный и прямой подача плазменного факела в ТБО.

В настоящее время все большее значение приобретают чистота среды обитания человека и повышение экологических показателей используемых им технологий. В связи с этим возникла проблема качественной переработки твердых бытовых отходов.

Существующие промышленные методы уничтожения, обезвреживания и утилизации отходов (полигоны, сортировка, земляная засыпка, сжигание, биотермическое компостирование, низко- и среднетемпературный пиролиз) не отвечает требованиям природоохранного законодательства. Анализ современных способов переработки ТБО показывает, что в настоящее время происходит смещение технологических аспектов в сторону существенного увеличения температур в реакционной зоне по сравнению с известными мусоросжигательными установками (например, в электрошлаковых печах, плазменные электротехнологии)[1]. Одновременно наблюдается функциональное разделение процессов на стадии, например, газификация органической части ТБО [2], с получением синтез-газа ($\text{CO}+\text{H}_2$) и последующее сжигание его в энергетических котлах или использование в качестве ценного продукта в химических производствах.

Экономические аспекты

Совершенствование системы переработки твердых бытовых отходов несомненно ведет к повышению затрат их производителей. Но неправомерно полагать, что отсутствие такой системы ничего стоит. Зачастую соответствующие расходы ошибочно указываются в общем балансе, поэтому их трудно определить.

Стоимость составляет – затраты на сбор (сортировка, временное хранение)- затраты транспорт, - затраты на переработку и обезвреживание и – затраты на управление.

Слишком сильное финансовое давление может побудить производителей к нарушению требований стратегии ликвидации отходов или заставить отказаться от проектов позволяющих улучшить доступность помощи. Администрация мэрией, государственные и местные органы власти должны контролировать этот процесс.

Могут быть приняты разные меры:

- побуждать производителей проводить сортировку, чтобы сократить объем подлежащих обезвреживанию опасных отходов;
- постепенно ужесточить нормы охраны окружающей среды, используя только те системы переработки отходов, надежность которых подтверждена практикой ;
- установить мощность переработки до оптимальной, чтобы сформировать единые тарифы на процесс переработки;
- стимулировать частный сектор для составления договор поставки, чтобы создать условия конкуренции;

Литература

1. Коричинский И.Л., Поляков С.В. и др. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. - М.: Госстройиздат, 1961.-488 с.
2. Карцивадзе Г.Н., Медведев С.В., Напетваризде Ш.Г. Сейсмостойкое строительство за рубежом. - М.: Госстройиздат, 1962. - 225 с.
3. Карапетян Б.К., Карапетян Н.К. Сейсмические воздействия на здания и сооружения. - М.: Наука, 1978.- 159 с.
4. Казина Г.А., Килимник Л.Ш. Конструкции сейсмостойких зданий в зарубежном строительстве (обзор). - М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1974. - 60 с.
5. Медведев С. В. Инженерная сейсмология. - М.: Госстройиздат, 1962. - 284 с.
6. Назаров А.Г. Инженерного анализа сейсмических сил. АН Арм. ССР. - Ереван: 1959. - 141 с.
7. Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81. - М.: Стройиздат, 1982.-75 с.