

соответствующему ремонту, но на это тратится меньше средств и времени, чем на восстановление дома, который разрушился до основания.

В случае очень глубокого залегания твердого грунта здание может быть основано на сплошном железобетонном фундаменте, при этом необходимо опустить подошву последнего так, чтобы нагрузка от здания равнялась давлению прилегающих частей грунта, дабы избежать перемещения и выдавливания его из-под здания во время землетрясения.

При быстром передвижении фундамента в первый момент землетрясения нижняя часть здания принимает участие в этом движении, тогда как верхняя по свойству инерции остается на месте. При этом в основании здания возникают перерезывающие усилия, имеющие максимум у фундамента, и изгибающие усилия, достигающие максимума в точке покоя.

Таким образом, здание в первый момент землетрясения может быть рассматриваемо как упругий брус, закрепленный близ его вершины. Но уже в следующий момент, то есть когда здание воспримет удар землетрясения всей своей массой, оно начинает колебаться, как брус, закрепленный у самой подошвы, и, следовательно, усилия, возникшие в его основании, будут аналогичны обыкновенным ветровым усилиям, увеличивающимся от вершины к подошве здания.

ВЫВОДЫ

Деревянные дома выдерживают землетрясение относительно хорошо, особенно одноэтажные и даже мансардные. Их разрушения являются незначительными, так как такие дома гибче и легче, чем каменные, и у них в случае чрезмерно больших толчков и перемещения грунта происходят разломы коренных труб, печей, каминов. Каменные же здания от землетрясения страдают весьма значительно: разрушаются стены по направлению движения волн. И если в таких стенах данной конструкции нет соединительных связей - анкеров, то есть металлических связей, - разрушения будут большими. Поэтому хорошо выдерживают волнообразный напор стихии только те каменные здания, стены которых усилены металлическими связями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирбраер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. – СПб., Наука, 1998. – 255 с.

УДК 624.000.000

ЕЩЕ РАЗ О ПОВЫШЕНИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Чухрай Я.С., ст. гр. ПГС-406, Ажермачёв С.Г., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

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 выдержать расчетное землетрясение без полного разрушения и с минимальными человеческими жертвами. Примером такой постройки может служить изображенный рядом спальный корпус Университета Беркли, усиленный наружной антисейсмической стальной фермой (рис.1).

Большинство строителей древности считали землетрясения проявлениями гнева сверхъестественных сил, и поэтому сама мысль о том, что от них можно защититься, казалась кощунственной (рис.2).



Рис.1. Наружная антисейсмическая стальная ферма спального корпуса Университета Беркли.

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 (рис.3), наклонённые внутрь стены со скруглёнными углами и лёгкие соломенные крыши.



Рис.2. «Последний день Помпеи», картина Карла Брюллова



Рис.3. Фрагмент каменной стены инков в Куско

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 (base isolation), возможность как бы парить над трясущейся землей. Сейсмические изоляторы считаются наиболее эффективной технологией в сейсмостойком строительстве.

Многие районы земного шара имеют повышенную сейсмическую опасность, это районы в которых часто бывают землетрясения. Так, например 26 января 2001 года в северо-западной части Индии произошло землетрясение силой 7,9 балла по шкале Рихтера, в результате которого погибло около 100 тысяч человек. В феврале 2010 г. на Гаити произошло землетрясение, которое разрушило почти все постройки и унесло более 200 000 жизней. В феврале 2010 г. катастрофическое землетрясение в Тихом океане у берегов Чили. Волны цунами от него дошли до Японии и произвели разрушения. Основной причиной гибели такого огромного количества людей были несейсмостойкие конструкции зданий (рис.4).



Рис.4.

Разрушительная сила землетрясений объясняется резкими горизонтальными перемещениями земли. Чтобы противостоять этим сейсмическим колебаниям строители увеличивают жесткость здания, изготавливают наружный металлический каркас, устраивают на здании специальные антисейсмические пояса и делают многие другие устройства повышающие жесткость и прочность здания. Однако увеличение общей жесткости и прочности здания не всегда помогает при землетрясениях. Чтобы выдерживать горизонтальные изгибающие нагрузки жесткое здание должно быть... гибким. Как быть?

Итак, здание должно быть жестким и не жестким одновременно. В соответствии с правилом разрешения противоречий необходимо разнести эти требования в пространстве самого здания. То есть, часть здания должна быть жесткой, другая часть здания должна быть не жесткой, подвижной.

Такой принцип строительства, в той или иной мере, реализован в сотнях различных конструкций зданий, начиная от обычных деревенских домов и кончая большими промышленными зданиями и небоскребами. Рассмотрим некоторые такие конструкции.

Подвижный фундамент, использующий способность песка перемещаться под зданием, не передавая ему полностью горизонтальных движений грунта. Такой фундамент позволяет сохранить здание на подвижных грунтах и при небольших землетрясениях (рис. 5).

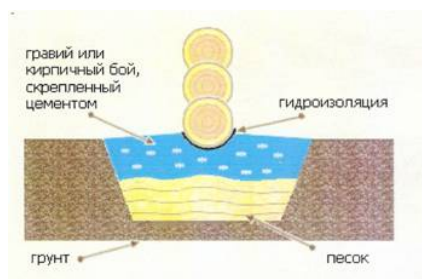
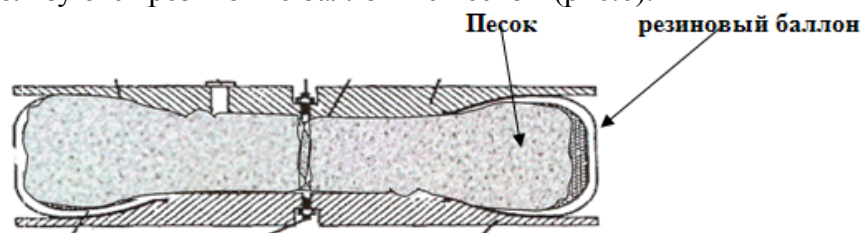


Рис.5.

В качестве элемента фундамента здания, обеспечивающего сейсмостойкость конструкции, используются резиновые баллоны с песком (рис.6).



Элемент фундамента здания на резиновых баллонах с песком перемещения.

Рис.6.

Такие антисейсмические катки широко используются для многоэтажных зданий и позволяют выдерживать землетрясение силой до 8 баллов (рис.7).

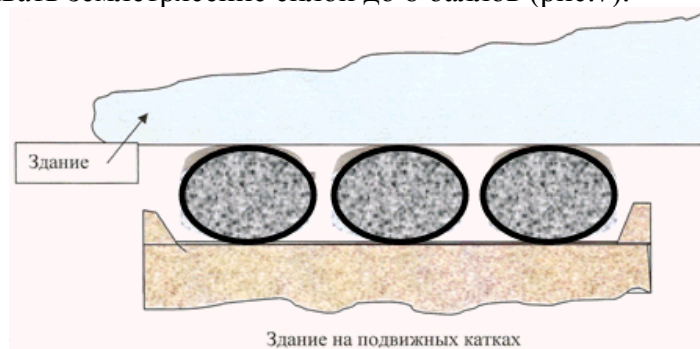


Рис.7

Указанный принцип – разнесения противоречивых требований в пространстве здания, путем использования шарнирных элементов, заложен во многих сотнях патентов, в которых решается задача повышения сейсмостойкости здания.

Развитие антисейсмических шарнирных элементов привело к необходимости использования возможностей, имеющихся на микроуровне вещества, то есть к использованию межкристаллических шарнирных связей в материале того элемента, который находится между зданием и фундаментом (рис.8). Появились здания, которые стоят на гибких рессорах или на пружинах.

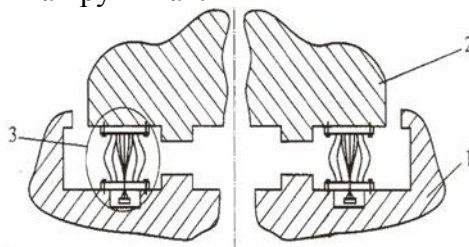


Рис.8. Здание на гибких пружинных стержнях (тросах)

Существует большое количество патентов, в которых нижняя часть здания с помощью гибких элементов шарнирно соединена с фундаментом. В них уже в большей степени реализовано требование, которое было изначально сформулировано при анализе проблемы – часть здания должна быть жесткой, а другая часть здания гибкой. Этот принцип –

разнесение противоречивых требований в пространстве здания – широко использован в современных высотных зданиях.

Из физики известно, что любой поток энергии прерывается, если прерывается вещество, по которому идет энергия. Существует несколько десятков патентов использующих эту простую мысль. Но все они реализуют один и тот же принцип - разнесение противоречивых требований в пространстве земли.

Вокруг здания выкапывают щелевую траншею, в которой сейсмические горизонтальные колебания земли гаснут. Часть земли движется, часть земли (под зданием) не движется (рис.9).

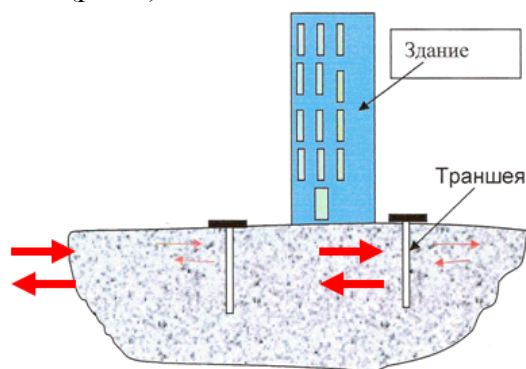


Рис.9.

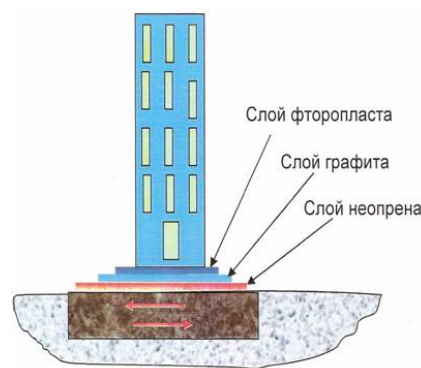


Рис.10.

Такое эффективное решение может быть использовано во многих случаях, например, для сохранения особо ответственных сооружений или старинных зданий и памятников.

Однако щелевую траншею глубиной 30 – 40 метров достаточно сложно изготовить. Существуют десятки патентов в которых раскрываются различные способы выполнения такой антисейсмической траншеи.

Анализ этих патентов показывает, что имеющиеся физическое противоречие – нужно вынимать землю и нельзя вынимать землю, разрешается в пространстве самой же земли, то есть, часть ее вынимается, часть не вынимается. Это осуществляется бурением многих скважин близко расположенных друг к другу. Перемычки между скважинами разрушаются при землетрясении и амортизируют удары сейсмических волн, которые затем гасятся в пустоте скважин.

В патенте России № 97113568 предлагается между зданием и фундаментом поочередно уложить слои фторопласта, графита, неопрена или резины (рис.10). Такой сэндвич обладает уникальными анизотропными свойствами – он хорошо передает вертикальные нагрузки и плохо передает горизонтальные нагрузки.

Во время землетрясения такой фундамент скользит под зданием и не передает ему горизонтальных перемещений земли. Здание остается на одном месте, хотя земля под ним мечется во все стороны.

Теперь для этой же задачи - (антисейсмическое здание) рассмотрим применение другого принципа решения.

Когда землетрясения нет – здание и фундамент образуют единую и жесткую систему, а когда землетрясение есть – они становятся раздельными и подвижными относительно друг друга.

К сожалению, этот принцип в строительстве представлен очень скудно. Объяснить это можно тем, что человечество еще не научилось предсказывать и определять точное время возникновения землетрясений. Однако известно, что за несколько секунд до землетрясения возникает своеобразный «голос земли». Это, вероятно, какие то инфразвуки, которые человек не слышит, но многие животные их слышат и распознают приближающуюся опасность. Например, собаки и кошки выбегают из дома за несколько секунд до начала землетрясения.

Теперь мы можем сформулировать требования, которые должен выполнять фундамент. Они будут следующими: *до землетрясения фундамент должен соединяться со зданием, а*

во время землетрясения фундамент не должен соединяться со зданием. Из этой формулировки ясно, что материал фундамента должен обладать различными свойствами в разное время.

Между фундаментом и зданием находится тонкий слой легкоплавкого металла, например, свинца, олова, или иного сплава с низкой температурой плавления (рис.11).

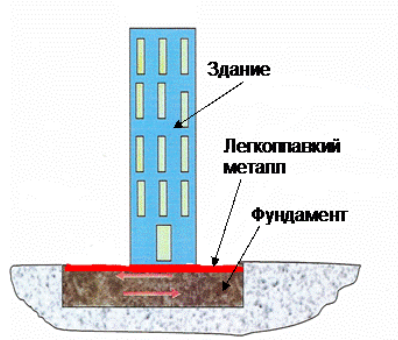


Рис.11

Теперь, в момент появления «голоса земли», который можно определить специальными приборами, по сплаву пропускается достаточно мощный импульс электрического тока. Металл расплавляется и превращается в жидкость, которая обладает минимальным коэффициентом трения. При землетрясении фундамент будет скользить под зданием, не передавая ему резких горизонтальных колебаний земли. После землетрясения металл остывает и вновь прочно соединяет фундамент со зданием. При повторных толчках процесс повторяется. Такое устройство фундамента в мировом патентном фонде не обнаружено. Но оно обязательно появится, когда в нем возникнет необходимость.

ВЫВОДЫ

Анализ вышеперечисленных факторов и своевременный учет конструктивных особенностей зданий и сооружений в сейсмоопасных районах позволяет избегать разрушений при землетрясениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирбраер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. – СПб., Наука, 1998. – 255 с.
2. Патент России № 97113568.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК:691.328.4:666.972.124

ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЙ МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ БЕТОН НА КАРБОНАТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

Когай Э.А., ассистент, Романченко О.Л., ст. лаборант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Исследование влияния модифицированных химических добавок на прочностные характеристики дисперсно-армированного бетона на карбонатных заполнителях. Показано, что введение модифицированных химических добавок положительно влияет на механические свойства бетона.

Дисперсно-армированный бетон, добавки «С-3», «Хидетал-ГП-9», полипропиленовое, базальтовое волокна.

В мировой практике строительства все большее место занимают конструкции и сооружения, возведенные из бетонов нового поколения с высокими эксплуатационными свойствами. Как правило, эти бетоны отличаются высокой прочностью, коррозионной стойкостью, низкой водопроницаемостью, которые обеспечивают повышенную долговечность конструкции. Такие бетоны отличаются многокомпонентностью состава, в