

10.1016/j.coldregions.2014.04.006.

17 Zukowski MD, Tumeo MA. Modeling solute transport in ground water at or near freezing. Ground Water 1991;29:21–5. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1991.tb00492.x>.

18 Padilla F, Villeneuve JP. Modeling and experimental studies of frost heave including solute effects. Cold Reg Sci Technol 1992;20:183–94. [https://doi.org/10.1016/0165-232X\(92\)90016-N](https://doi.org/10.1016/0165-232X(92)90016-N).

УДК 624.01

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ

Мухамедашим Нурдаулет Алмасханулы

[mukhamedashim.n@mail.ru](mailto:mukhamedashim.n@mail.ru)

Магистрант 1-курса ОП 7М07329 – «Строительство», кафедры «Строительство»,

ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.В. Цыгулёв

Землетрясениями называются подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами, или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок) [1].

Очень часто землетрясения фиксируются в районах Восточного и Западного полушарий, поэтому подверженные землетрясениям области называются сейсмическими.

В последнее время вопрос о повышении сейсмостойкости зданий становится все более актуальным. Это связано с тем, что за последние годы во многих регионах была пересмотрена балльность в сторону увеличения. Таким образом, повышение сейсмостойкости зданий является актуальной темой исследования. Объектом исследования являются способы возведения зданий в Казахстане в сопоставлении с зарубежным опытом. Итогом исследования должно быть выявление сходства и различий в способах строительства Казахстана и зарубежных соседей, рассмотрение позиций ученых и их предложений по решению данной проблемы и выявление наилучших и действенных методик строительства в сейсмоопасных зонах.

Начиная работать над такой темой, как строительство в сейсмоопасных районах, необходимо проанализировать ситуацию – где находятся районы, наиболее подверженные землетрясениям. На Рисунок 1 представлена карта разломов и сейсмически опасных районов [2].



Рисунок 1. Карта разломов и сейсмически опасных мест

На карте видны обозначения, выделенные разными цветами – это обозначения

сейсмически опасных зон. Разброс цветов в диапазоне от зеленого до красного. Чем ближе цвет к красному, тем более высока вероятность разрушительных землетрясений. Карта составлялась на основе аналитических данных, начиная с 1973 года. Также, на карте обозначено расположение атомных электростанций. Это очень важно, так как расположение АЭС в зоне повышенной опасности – сейсмоопасной зоне – увеличивает риск разрушительных последствий.

В Казахстане сила землетрясений измеряется по 12 бальной шкале, и в связи с этим сейсмически активные территории подразделены на зоны, степень возможных разрушений которых определяется в баллах. В практике строительства выделяют зоны сейсмичностью 6, 7, 8 и 9 баллов. Высокому потенциалу сейсмической опасности подвержены территории г. Алматы, Алматинской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской, Кызыл-Ординской и Южно-Казахстанской областей.

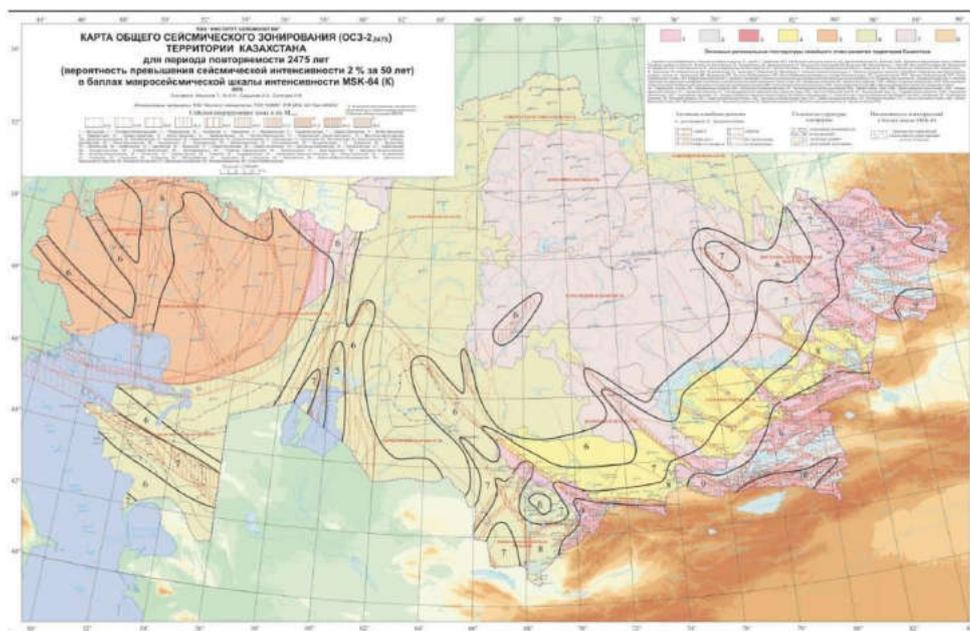


Рисунок 2. Сейсмическое районирование Казахстана

На рисунке 2 представлена одна из карт, сейсмического районирования, позволяющая оценить степень инженерного риска на всей территории Республики Казахстан. Предназначена для осуществления антисейсмических мероприятий при строительстве объектов повышенного класса ответственности (особо опасные, технически сложные или уникальные сооружения) [3].

Принимая во внимание природные катаклизмы, в 1981 Госстрой СССР утверждает постановление №4 от 15 июня, которое получило название СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах». И с этих времен, все здания, сооружения и объекты промышленности в зонах с повышенной сейсмичностью следует рассчитывать согласно СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах», актуализированная редакция которых в настоящее время оформлена в одноименный свод правил СП РК 2.03-30-2017. Данные нормы содержат основные принципы, которые должны соблюдаться при проектировании зданий. Они включают в себя:

- Ограничения по высоте и этажности для зданий различных конструктивных схем, принимаемых для условий строительной площадки с конкретной сейсмичностью;
  - Положения по сейсмоизоляции зданий;
  - Предписания по разграничению длинных зданий антисейсмическими швами.
- Вслучае перепада высот, здание также разделяется на отдельные блоки;
- Требования, соблюдение которых необходимо выполнять при проектировании конструктивных элементов зданий и сооружений;

- Расчетные положения по учету сейсмических воздействий на здания и сооружения;
- Сейсмическое районирование Республики Казахстан.

На сегодняшний день для усиления зданий используют метод «бетон плюс металл», но, к сожалению, это не всегда помогает обезопасить конструкцию от сейсмических нагрузок. Прогресс не стоит на месте, появляются новые технологии. Сейчас появился способ усиливать конструкции при помощи углеродного волокна, что позволяет снизить нагрузку в 4 раза и увеличить сейсмостойкость на 1-2 балла к уже имеющейся стойкости. Следует отметить то, что листы углеродного волокна (УВ) практически не утяжеляют исходный вес конструкции. Принцип такого метода строительства заключается в присоединении высокопрочных листов УВ, при помощи специального эпоксидного клея, который имеет высокую адгезию.

По теме «строительств в сейсмоопасных зонах» велось много разработок и исследований. Как пишет «Washington Post»: После разрушительных землетрясений на Гаити и в Чили ученые были очень обеспокоены этой проблемой, и они отметили, что множества жертв и разрушений можно было бы избежать, если бы здания строились по правилам возведения зданий в сейсмоопасных районах.

6,9-ти бальное землетрясение в Армении в 1988 году унесло 25 тысяч жизней, а по истечении одного года в Калифорнии, аналогичное землетрясение унесло жизни 63 человек. Это все говорит о важности строительства зданий по всем правилам строительства в сейсмоопасных районах.

Из источников «ScienceNOW» стало известно, что группа британско-французских ученых предложила новую методику строительства зданий – «невидимые здания». За основу они взяли «Стелс-технология», которая была разработана для самолетов. Суть этой технологии заключалась в том, что самолеты были оснащены специальной техникой, которая не давала возможности засечь их вражеским радаром. Эта технология подразумевала, что самолет частично будет отражать волны радаров, а частично поглощать их. В нашем случае, ученые решились сделать так, чтобы здания стали «невидимыми» для сейсмических волн по принципу самолетов. Ученые рассчитали «волнорез» и сделали выводы, что он должен быть из меди, пластика и других материалов, чтобы успешно рассеивать энергетические волны, исходящие от землетрясения. Они также проводили много экспериментов, во время которых на защищенные сооружения направляли волновые возмущения, подобные реальному землетрясению. Устройства в виде колец поглощали и рассеивали волны, практически, не пропуская их внутрь этого кольца. Этим самым, ученые подтвердили правильность своей теории. Не исключено, что в будущем эта разработка получит признание и будет активно применяться на практике [5].

Еще одним из интересных способов защиты от землетрясений является распространенный способ, который используется в Казахстане – возведение зданий на фундаменте с большим запасом несущей прочности.

Чтобы здание было сейсмостойчиво – недостаточно одних технологий, необходимы еще и надежные материалы и конструкции, которые будут использоваться при строительстве. Приведем некоторые из применяемых материалов, а также строительные методы, повышающие сейсмостойкость зданий: древних времен глина считается одним из самых прочных материалов. В Таджикистане при строительстве сейсмостойчивых зданий используется глина в сочетании с древесиной, таких эластичных сортов деревьев как тутовник. Это очень экономный вид строительства, но применим только к малоэтажному строительству.

Использование арматуры класса прочности 500 МПа.

Коллеги из страны восходящего солнца советуют использовать панельные блоки, изготовленные с применением вибрации в специальных заводских условиях, с применением пластификаторов и адгезирующих добавок.

Самый интересный метод, который был разработан в Японии, подразумевает под собой возведение сейсмостойких многослойных конструкции зданий на опорах. Данный

способ проиллюстрирован на Рисунок3. Суть этого метода заключается в том, что слои модифицированной резины чередуются со слоями металла. Это дает большое преимущество при землетрясении: данная конструкция рассеивает толчки, принимая все колебания на себя, за счет того, что опоры «ходят ходуном».

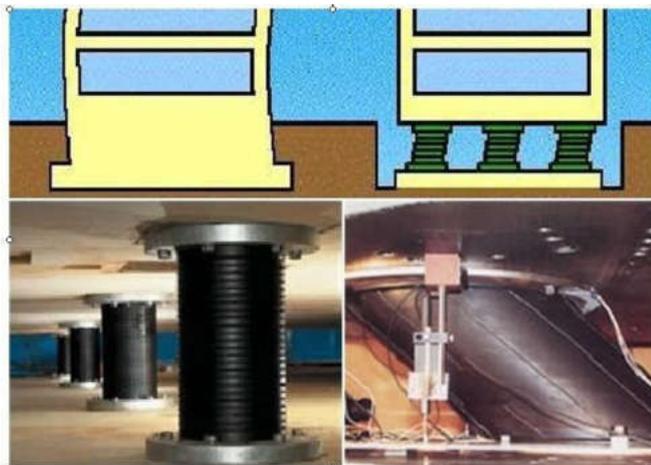


Рисунок 3. Движущиеся опоры

Не менее интересным способом является способ, который также придуман в Японии – это способ, при котором сейсмостойкость здания повышается за счет использования резервуаров с очень большим количеством воды. Ни для кого не секрет, что после взбалтывания воды – она очень быстро принимает первоначальное состояние – состояние покоя. Именно это и послужило основой для разработки новой методики защиты от землетрясений.

Метод строительства зданий на рельсовой платформе – этот метод также разработан в Японии. Смысл его заключается в следующем: во время землетрясения платформы плавно перемещаются по рельсам и не раскачивают стоящую на них конструкцию.

Метод «винтовых свай», используемый в России, существует с 1838 г. Разработана данная методика ирландским инженером Александром Митчеллом. В начале XX в. русский инженер Владислав Карлович Дмоховский доказал, что винтовые сваи имеют большое преимущество в применении перед забивными. При необходимости устройства фундамента в условиях вечной мерзлоты, или при работе со слабыми и обводненными грунтами, или в зонах с повышенной сейсмикой данный метод просто необходим. В настоящее время винтовые сваи широко используются для любых типов зданий и сооружений (преимущественно малоэтажном строительстве), что обусловлено высокой скоростью установки, отсутствием вибраций при погружении и возможностью проводить работы в зимнее время. На Рисунок 4 проиллюстрированы винтовые сваи.



Рисунок 4. Винтовые сваи

Метод кинематических опор фундамента: конструкции демпферов для гашения

сейсмических колебаний. Пружинный демпфер является изолирующим устройством, подобным по замыслу свинцово-резиновой опоре. Рассеивание энергии в демпферах происходит за счет работы сил пластического деформирования, сухого или вязкого трения. Демпферы должны устанавливаться между частями конструкции с большими взаимными смещениями. На Рисунке 5 проиллюстрирована конструкция демпфера.

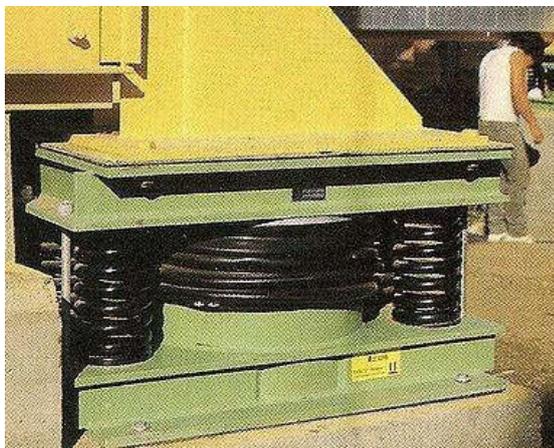


Рисунок 5. Конструкция демпфера

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что Казахстан, все же, немного отстает от зарубежных технологий строительства. Чтобы достичь их уровня, нужны большие капиталовложения в развитие комплекса мероприятий по улучшению сейсмостойкости зданий, и существует острая необходимость во внедрении инноваций в строительство.

В последние годы тема «инноваций» стала очень популярна: о ней говорят и бизнесмены, и политики, и ученые. Идеи рождаются нечасто, а потому множество строительных технологий, накопленных мировым сообществом, можно пересчитать по пальцам. Существует принципиальная проблема: пока не удаётся оптимально сочетать технологии строительства с разнообразием художественных архитектурных идей в практике строительства зданий в Казахстане.

Заключение: чтобы в Казахстане стало возможным более эффективно решать проблему сейсмобезопасности зданий и сооружений необходимо:

Придерживаться положений СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических районах РК.

Ужесточить строительный контроль, во время которого производится оценка качества используемых материалов и соблюдение технологий строительства.

Обеспечить хорошую базу для проведения исследований, испытаний в области производства новых материалов, внедрения более эффективных технологий и конструктивных схем.

#### Список использованных источников

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Землетрясение>
2. <http://www.traveler-mir.com/karty/karta-razlomov-i-seismicheski-opasnykh-mest>
3. СП РК 2.03-30-2017 Строительство в сейсмических районах РК
4. Статья «Ученые призывают ускорить строительство сейсмоустойчивых зданий в мире».:<http://myrah.ru/6425476.php>
5. ScienceNOW:<http://news.sciencemag.org/sciencenow>

ӘОЖ 624.074

«ЛАХТА ЦЕНТР» КӨП ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТЫҢ ЖЕЛ ЖҮКТЕМЕСІНЕ  
КЕДЕРГІ ЖҮЙЕСІ - АУТРИГЕР