

КУРУЛМАЛАРДЫН ЖАНА ИМАРАТТАРДЫН СЕЙСМИКАЛЫК ЖАКТАН КОРГОО ЫКМАЛАРЫ

Муқанбет к. Э^{1.}, Эркинбек к. Г.^{2.}, Отогонов А.Ж.^{3.}, Турсункулов Т.Ч.^{4.}

¹к.т.н., доцент, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан. erkin.mukanbetova@mail.ru

²магистр, окутуучу, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан. guzi_95kg@mail.ru

³магистр, окутуучу, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек, Кыргызстан. otogonovaman96@mail.ru

⁴магистр, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту. г.Бишкек,

Аннотация. Бул макалада колдонуудагы конструкциялык системалардын талдоосу каралды, бул жакын структуралык окшош сейсмикалык изоляциялык системалардын кемчилиги имараттын жалпы катуулугун жана бекемдигин камсыз кылбагандыгы, ошондой эле жер титирөө учурунда жылышуу боюнча имаратты бардык багыттарбоюнча жылдыруу мумкун эместиги.

Негизги сөздөр: Жер титирөө, жүк, пассивдүү, активдүү, комплекстүү, өзүн-өзү коргоо, антисейсмикалык.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Муқанбет к. Э^{1.}, Эркинбек к. Г.^{2.}, Отогонов А.Ж.^{3.}, Турсункулов Т.Ч.^{4.}

¹к.т.н., доцент, МУИТ, Институт строительства и инновационных технологий. г.Бишкек, Кыргызстан. erkin.mukanbetova@mail.ru

²магистр, преподаватель, МУИТ, Институт строительства и инновационных технологий. г.Бишкек, Кыргызстан. guzi_95kg@mail.ru

³магистр, преподаватель, МУИТ, Институт строительства и инновационных технологий. г.Бишкек, Кыргызстан. otogonovaman96@mail.ru

⁴магистр, МУИТ, Институт строительства и инновационных технологий. г.Бишкек,

Аннотация. В данной статье было рассмотрено анализ имеющихся конструктивных систем показывает, что недостатком близких конструктивно аналоговых систем сейсмоизоляции является необеспечение общей жесткости и монолитности здания, а также невозможность перемещения здания во всех направлениях на величину смещения основания при землетрясении.

Ключевые слова: Землетрясение, нагрузка, пассивный, активный, комплексный, самозащита, анти сейсмика.

THEORETICAL METHODS OF SEISMIC PROTECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Mukanbet k. E^{1.}, Erkinbek k. G.^{2.}, Otogonov A. Zh.J.^{3.}, Tursunkulov T.Ch.^{4.}

¹assistant professor, IntUIT, Institute of Construction and Innovative Technologies. erkin.mukanbetova@mail.ru

²undergraduate, teacher, IntUIT, Institute of Construction and Innovative Technologies. guzi_95kg@mail.ru

³undergraduate teacher, IntUIT, Institute of Construction and Innovative Technologies. otogonovaman96@mail.ru

⁴undergraduate, IntUIT, Institute of Construction and Innovative Technologies.

***Annotation.** In this article, an analysis of the existing structural systems was considered, which shows that the disadvantage of close structurally analogous seismic isolation systems is the failure to ensure the overall rigidity and solidity of the building, as well as the impossibility of moving the building in all directions by the amount of displacement of the base during an earthquake.*

***Key words:** Earthquake, load, passive, active, complex, self-protection, anti-seismic.*

Введение. Землетрясение – это опасный вид стихийного бедствия, проявляющийся в виде колебаний земной поверхности за счет геотектонических процессов, происходящих в мантии и земной коре. Доля жертв при землетрясениях составляет около 60% от жертв всех стихийных бедствий [1]. Поэтому вопрос защиты зданий от сейсмических нагрузок является остро актуальным, особенно для КР, поскольку динамично развивающиеся регионы (Ошский обл., Джалалабадский обл.) находятся в сейсмически опасных зонах [2].

Существующие в настоящее время методы повышения сейсмостойкости оснований и строительных конструкций сооружений принято разделять на традиционные и специальные. Традиционные методы основаны на выполнении ряда условий, часть которых применялись уже в древности и формулировались в виде следующих рекомендаций:

- сооружение не должно быть очень протяженным или чрезмерно высоким;
- распределение масс строительных конструкций должно быть равномерным;
- сооружение в плане должно быть центрально-симметричным;
- замена жесткой связи между фундаментом и сооружением за счет использования пластического вяжущего материала (в странах Средней Азии и Ближнего Востока таким материалом служил раствор на ганче — разновидности гипса).

Традиционные методы и средства защиты зданий и сооружений от сейсмических воздействий являются в настоящее время основными в практике строительства. Они 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, гарантирующих сейсмостойкость зданий и сооружений в районах с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов. Методы сейсмозащиты делятся на три больших группы, структура сейсмозащиты приведена на рис. 1.

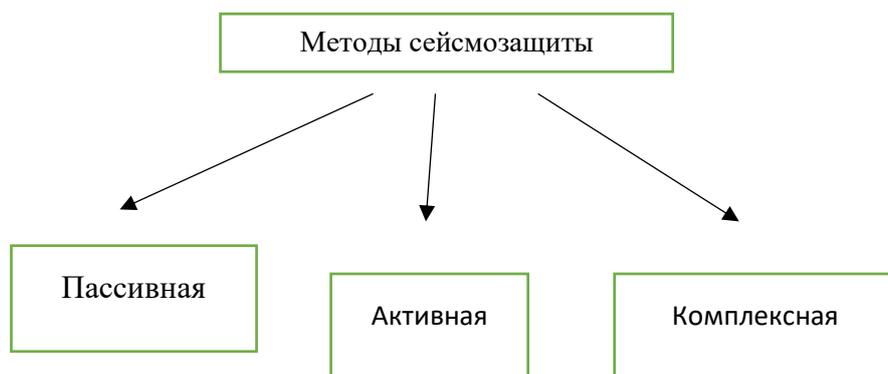


Рис.1 Объект исследования данной работы относится к активному методу самоизоляции.

Системы пассивной сейсмозащиты. Проектирование зданий и сооружений в сейсмически опасных районах начинается с соблюдения общепологающих принципов сейсмостойкого строительства, в соответствии с которыми все используемые строительные материалы, конструкции и конструктивные схемы должны обеспечивать наименьшее значение сейсмических нагрузок.

Рекомендуется при проектировании принимать, как правило, симметричные конструктивные схемы и добиваться равномерного распределения жесткостей конструкций и масс. Следует соблюдать требование равнопрочности элементов несущих конструкций, не должны допускаться слабые узлы и элементы, преждевременный выход которых может привести к разрушению сооружения, до исчерпания несущей его способности. В зданиях и сооружениях из сборных элементов рекомендуется располагать стыки вне зоны максимальных усилий, необходимо обеспечивать однородность и монолитность конструкций за счет применения укрепленных сборных элементов. В конструкциях и их соединениях следует предусматривать условия, облегчающие развитие пластических деформаций, обеспечивающие при этом общую устойчивость сооружения.

Существенное влияние на сейсмостойкость зданий оказывает выбор объемно-планировочных схем, их формы и габаритов. Анализ последствий сильных землетрясений показывает, что наиболее предпочтительными формами сооружений в плане являются круг, многоугольник, квадрат и близкие им по формам очертания. Такие здания находятся в лучших условиях, с точки зрения возникновения в них крутильных колебаний. Однако такие формы не всегда соответствуют требованиям планировки, поэтому чаще всего применяется прямоугольная форма с параллельно расположенными пролетами, без перепада высот смежных пролетов и без входящих углов. В случае, если возникает необходимость создания сложных форм в плане здания, то его следует разрезать по всей высоте на отдельные замкнутые отсеки простой формы[3].

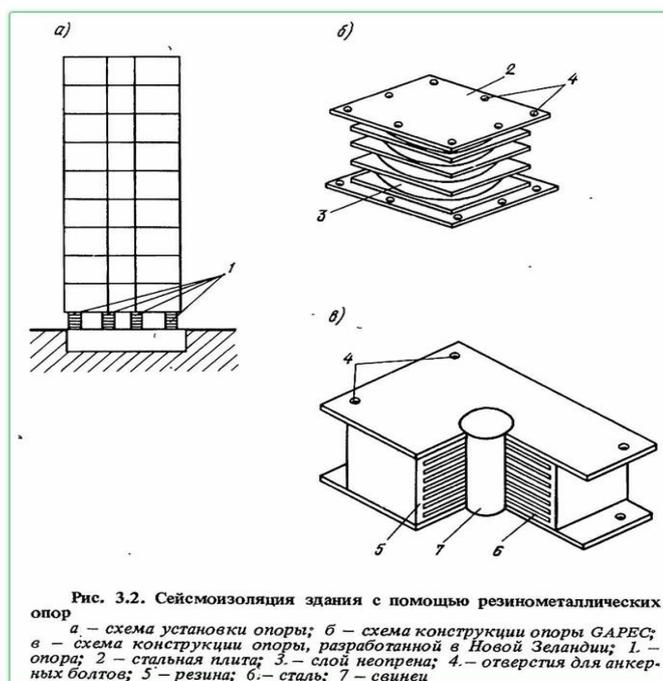
К одной из перспективных зарубежных разработок, существенно повышающих теплотехнические свойства, относится динамическая теплоизоляция глухих участков стен. Сущность предложенного разработчиками способа теплоизоляции основана на движении потока свежего наружного или теплого вентиляционного воздуха в толще стены параллельно ее плоскости с выходом в атмосферу.

Конструктивные схемы зданий с точки зрения их динамической реакции на сейсмическое воздействие разделяют на жесткие, гибкие, смешанного типа и массивные [4].

Конструктивные решения отсеков во время землетрясения должны обеспечивать независимую работу каждого из них. Достигается это устройством антисейсмических швов, которые могут быть совмещены с температурными или осадочными. Кроме этого, здания разделяются антисейсмическими швами также в том случае если его смежные участки имеют перепады высот 5 м и более (при расчетной сейсмичности 7 баллов 34 допускается в одноэтажных зданиях высотой до 10 м антисейсмические швы не устраивать).

Лестничные клетки в зданиях предусматривают закрытыми с оконными проемами в наружных стенах. Расположение и количество определяются расчетом в соответствии с нормативными документами по противопожарному проектированию; рекомендуется принимать не менее одной лестничной клетки между антисейсмическими швами.

В многоэтажных зданиях большую роль на их сейсмостойкость оказывают конструкции междуэтажных перекрытий и покрытий, работающих как диафрагмы жесткости, обеспечивающие распределение сейсмической нагрузки между вертикальными несущими элементами. Сборные железобетонные перекрытия и покрытия зданий должны быть монолитными, жесткими в горизонтальной плоскости и соединенными с вертикальными несущими конструкциями .



Системы активной сейсмоизоляции. В современном сейсмостойком строительстве исключительно актуальное значение приобретает обеспечение надежности зданий и сооружений при условии рационального расхода дополнительных материалов, средств и трудозатрат на их антисейсмические усиления.

Традиционный способ обеспечения сейсмостойкости сооружений предусматривает повышение несущей способности конструкций за счет увеличения их размеров и прочности материалов, а в зданиях с несущими кирпичными стенами применение антисейсмических поясов, железобетонных включений, дополнительного армирования простенков, пересечения продольных и поперечных стен, все это требует существенного увеличения количества строительных материалов и средств. Для этой цели разработана новая технология по приготовлению арболитовых гипсозольнощелочных смесей с полимерсиликатными добавками, обеспечивающими заданные деформативные и реологические свойства вяжущего по ГОСТ 19222 «Арболит и изделия из него», и может быть рекомендовано для производства стеновых и теплоизоляционных блоков в малоэтажном сейсмостойком строительстве [5].

Кыргызская Республика находится в зоне высокой сейсмичности, поэтому уменьшение собственного веса конструкций зданий за счет использования теплоизоляционных материалов имеет особое значение в сейсмостойком строительстве, а также является одной из эффективных мер повышения сейсмостойкости и долговечности зданий и сооружений [6].

Увеличение количества материала ведет к увеличению жесткости и веса сооружения что в свою очередь вызывает увеличение инерционных нагрузок.

Активный метод позволяет снижать сейсмические нагрузки на здание по средством регулирования их динамических характеристик, во время колебательного

процесса при землетрясении. Регулирование динамических параметров осуществляется таким образом чтобы избежать резонансного увеличения амплитуд колебаний сооружения, или по крайней мере понизить резонансные эффекты.

Изменение динамической жесткости или частот (периодов) собственных колебаний при землетрясении может быть достигнуто с использованием специальных конструктивных устройств, таких, как скользящие пояса, выключающиеся связи, гасители колебаний, кинематические фундаменты, свайные фундаменты обладающие повышенными диссипативными характеристиками, рамно-связевые системы с составными диафрагмами жесткости, резино-стальные цилиндрические опоры и пр. Основным условием эффективной работы таких систем является удаленность частот их собственных колебаний от преобладающих частот сейсмического движения грунта основания сооружения

Системы комплексной сейсмоизоляции (сочетают в себе методы активной и пассивной сейсмоизоляции). Чтобы избежать возможности опасных резонансных колебаний здания с первым гибким этажом при землетрясениях с большими доминантными периодами, в ЦНИИСК им. Кучеренко была разработана конструкция зданий с выключающимися связями. Система ВС -(сейсмоизолирующие системы с выключающимися связями) названа адаптивной и предназначена для снижения инерционных нагрузок в здании, возникающих при сейсмическом воздействии. Адаптация к сейсмическим воздействиям достигается за счет применения специальных конструктивных элементов, которые повышают жесткость сооружения в начальном состоянии и выключаются при достижении некоторого порогового уровня амплитуд сейсмических колебаний сооружения. При этом все несейсмические нагрузки должны полностью восприниматься несущими конструкциями сооружения в состоянии, когда дополнительные жесткие связи выключены.

Сейсмоизоляция (ВС) включает жесткий связевой элемент (контрфорс, связевая панель или иная жесткая конструкция) и особенно выключающиеся элементы (разрушающиеся детали) Выключающийся элемент (сварная и бетонная шпонки, металлическая деталь или иная конструкция) жестко прикрепляются к связевому элементу и к основной несущей конструкции (ригель, перекрытие и т.п.) или иным образом, обеспечивая жесткую связь вышележащих этажей и фундамента до определенной пороговой величины сейсмической нагрузки или перемещения. После превышения этой пороговой величины выключающийся элемент разрушается и после этого не участвует в работе конструкции. В зависимости от конструктивной схемы и высоты здания выключающиеся связи устраиваются горизонтально, либо по высоте. Недостатком этого технического решения является то, что после разрушения включающихся связей, во время землетрясения необходимо немедленное их

восстановление, что не всегда практически осуществимо. Изготовление стоек с сферическими торцами и высокоточными поверхностями качения требует высокой точности, присущей скорее машиностроительному производству, чем строительной индустрии, что ограничивает массовость применения этой конструкции.

Системы сейсмозащиты с кинематическими опорами. Среди многочисленных сейсмоизолирующих устройств, следует особо выделить класс опорных кинематических фундаментов (ОКФ) как сравнительно простой в техническом решении, удовлетворяющий производственным требованиям строительства .

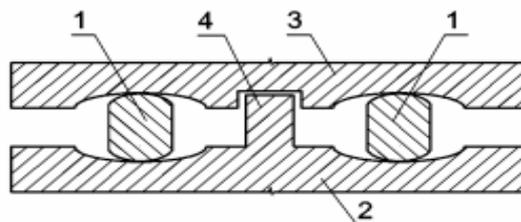


Рис.2.2. Конструктивное решение ОКФ
1 – Кинематические опоры; 2 – Опорный фундамент;
3 – Нижнее перекрытие здания; 4 – демферы скольжения.

ОКФ осуществляют подвижность здания или сооружения относительно стационарного опорного монолитного или сборного фундамента, жестко связанного с грунтом. Эта цель достигается с помощью опорных элементов (ОЭ) – тел вращения определенной формы и конфигурации, на которые опирается основное сооружение. При достижении определенного уровня возбуждения на плите фундамента ОЭ получают возможность создавать движения здания относительно грунта.

Недостатком этого технического решения является то, что с увеличением этажности, соответственно и нагрузки, возникают концентрации напряжений в зонах установки кинематических опор, что приведет к дополнительному расходу материала на усиление этих зон, так же с ростом этажности, прочность и устойчивость кинематических опор, могут оказаться недостаточными, а сами опоры - нерациональными.

Динамические гасители колебаний (ГК) Кроме систем упомянутых выше, для уменьшения инерционных сил, возникающих в сооружениях при землетрясениях, используют системы с повышенными характеристиками затухания. Эти системы особенно эффективны для конструкций башенного типа. В зависимости от конструктивного выполнения упругих связей динамические гасители делятся на три группы: · Пружинные · Маятниковые · Комбинированные Недостаток этого технического решения заключается в сложности систем и больших материальных затратах на их содержание .

Выводы. Анализ имеющихся конструктивных систем показывает, что недостатком близких конструктивно аналоговых систем сейсмоизоляции является необеспечение общей жесткости и монолитности здания, а также невозможность

перемещения здания во всех направлениях на величину смещения основания при землетрясении. При этом отсутствуют методики расчета данных задач, при использовании ПК с применением метода конечных элементов.

Таким образом, научная проблема заключается в отсутствии методики моделирования механизма сейсмоизоляции, исследования и анализа работы.

Из изложенного материала вытекают следующие задачи настоящей работы: Разработка конструктивного решения позволяющего снизить распространение сейсмической волны по несущим конструкциям здания. · Оценка снижения значений напряжений в конструкции с введенным механизмом сейсмоизоляции. · Оценка эффективности устройства сейсмоизоляции.

На основе проведенного обзорного анализа можно сделать вывод о том, что повышенной энергетической эффективностью обладают ограждающие конструкции экономайзеры, обделяющие эффектом при инфильтрации холодного воздуха через массив наружного ограждения. При прохождении через структуру конструкции, воздушные массы подогреваются тепловым потоком, движущимся из отапливаемого помещения. Таким образом, часть тепла утилизируется и возвращается в помещение, а также свидетельствуют о возможности использования в ограждающих конструкциях материалов с повышенной воздухопроницаемостью, которые удовлетворяют требования нормативного документа по тепловой защите зданий, а значение поперечной воздухопроницаемости наружных стен и перекрытий жилых зданий не превышает $0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч})$. Это обеспечивает энергоэффективность таких конструкций, придает меньшую массу с большой устойчивости к сейсмическим нагрузкам [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бирбраер А.Н., Шульман С.Т.** Оценка сейсмостойкости сооружений и оборудования АЭС в рамках нормативной методики // Энергетическое строительство. 1987. № 1. С. 19-22.
2. **Бирбраер А.Н., Шульман С.Г.** Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях. М: Энергоатомиздат. 1989.
3. **Бирбраер А.Н., Шульман С.Г.** Численное решение некоторых задач гидроупругости //Изв. ВНИИГ им.Веденеева. 1981. Т. 151. С. 13-18.
- 4.**Б.С. Матозимов, Муканбет кызы Э., Т.К. Муктаров, А.М. Мисирова** принципы конструирования малоэтажных сейсмостойких жилых зданий из местных материалов. Журнал «Вестник КРСУ», 2012 год, Том 12, № 7, Стр. 106-110.
5. **Матыева А.К.** Исследование прочности и деформативности атмосферостойкого арболита из местного сырья по энергосберегающей технологии для стеновых блоков // Современные наукоемкие технологии. Москва, №3. 2019 год. С.212-216.
6. **Матыева А.К.** Арболит из легкого бетона // Наука и инновационные технологии. Научный и информационный журнал. Бишкек.№1/2019(10). С.59-63
7. **Муканбет к.Э.** Энергосберегающие функции и сейсмоустойчивость ограждающих конструкций зданий // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. LVIII междунар. науч.-практ. конф. № 5(53). Часть II. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 35-39.