



## ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР В ФУНДАМЕНТАХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЯХ.

*Рахимов Абдуазиз<sup>1а</sup>, доцент, к.т.н.*

*Исканова Холида<sup>1б</sup>, магистр;*

*Усмонова Зиёдахон<sup>1б</sup>, магистр;*

*<sup>1</sup>Самаркандский государственный архитектурно-строительный  
университет имени Мирзо Улугбека*

**Аннотация:** Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений - фактор, который необходимо учитывать, особенно при строительстве в сейсмически-активных районах. Одним из основных системы сейсмоизоляции являются резинометаллические опоры –которые состоят из слоёв резины и стали с центральным свинцовым сердечником. Они обеспечивают гибкость в горизонтальном направлении и демпфирование за счёт деформации свинца и эффективно гасят горизонтальные колебания.

**Ключевые слова:** строительство, сейсмозащита, резинометаллические опоры, антисейсмическое устройство, полиуретаны.

### **Введение.**

В наше время одним из главных подходов к повышению сейсмостойкости является использование различных систем сейсмоизоляции. Не всегда выгодно и рационально повышать сейсмостойкость строительных конструкций или фундаментов под оборудование путём простого повышения прочности. Повышение прочности конструкций ведёт к увеличению их массы и, как следствие, к увеличению инерционных сейсмических нагрузок.

Сейсмическая опасность является значительным фактором в вопросах выбора района жительства и оказывает большое влияние на экономическую



сторону строительства. Задачей современных инженеров является поиск оптимальных безопасных конструктивных решений даже для сейсмоопасных районах страны. (1) (2) (3)

Сейсмоизоляционная система - это инженерное решение, предназначенное для уменьшения воздействия землетрясений на здания, мосты и другие сооружения. Идея заключается в том, чтобы отделить здание от колебаний грунта, то есть сделать так, чтобы при землетрясении здание двигалось меньше, чем земля под ним. Сейсмоизоляция устанавливается между фундаментом и надземной частью здания. Во время землетрясения: земля колеблется, а изолирующие элементы (обычно эластичные или скользящие опоры) поглощают часть этих колебаний снижая передачу энергии на конструкцию. (4) (5)

### **Основные виды сейсмоизоляционных систем**

В современной практике применяется несколько типов изоляционных устройств:

#### **1. Резинометаллические опоры (LRB — Lead Rubber Bearings)**

Состоят из слоев резины и стали с интегрированным свинцовым сердечником. Обеспечивают хорошую гибкость и высокие демпфирующие свойства.

#### **2. Эластомерные изоляторы без свинца (HRB)**

Используются в крупных зданиях, обеспечивают длительный срок службы и устойчивость к погодным воздействиям.

#### **3. Фрикционные скользящие системы (FPS — Friction Pendulum Systems)**

Позволяют зданию совершать контролируемое качающееся движение, минимизируя воздействие сильных толчков.



#### 4. Комбинированные системы

Объединяют различные типы опор для достижения оптимального уровня гибкости и демпфирования.

#### Преимущества применения сейсмоизоляции

Использование сейсмоизоляционных систем даёт ряд ключевых преимуществ:

- значительное снижение повреждений несущих элементов и инженерных коммуникаций;
- повышение безопасности людей во время землетрясений;
- уменьшение стоимости ремонта после землетрясения или его полное исключение;
- возможность проектирования зданий сложной архитектурной формы без чрезмерного усиления конструкций;
- продление срока службы сооружения.

Особое значение сейсмоизоляция имеет для зданий с высокой социальной ответственностью: больниц, школ, объектов гражданской защиты, административных центров, а также исторических памятников, реставрация которых требует сохранения оригинальной структуры. (6) (7) (8)

#### Области применения

Сейсмоизоляционные технологии широко используются в странах с высокой сейсмической активностью: Японии, Новой Зеландии, Чили, США, Турции.

В последние годы данный подход активно внедряется также в странах Центральной Азии, включая Узбекистан, где наблюдается повышение требований к безопасности нового строительства.

Сейсмоизоляция применяется для:

- жилых домов средней и высокой этажности;
- мостов и эстакад;
- больниц и операционных блоков;



- административных зданий;
- промышленных объектов;
- культурного наследия — музеев, театров, исторических сооружений.

Одним из основных системы сейсмоизоляции являются резинометаллические опоры (lead rubber bearings) –которые состоят из слоёв резины и стали с центральным свинцовым сердечником. Они обеспечивают гибкость в горизонтальном направлении и демпфирование за счёт деформации свинца и эффективно гасят горизонтальные колебания. Благодаря отличным упругим свойствам резины (также это могут быть полиуританы, неопрен ), сооружение может совершать значительные боковые перемещения под воздействием сейсмической нагрузки, при этом, не разрушаясь.

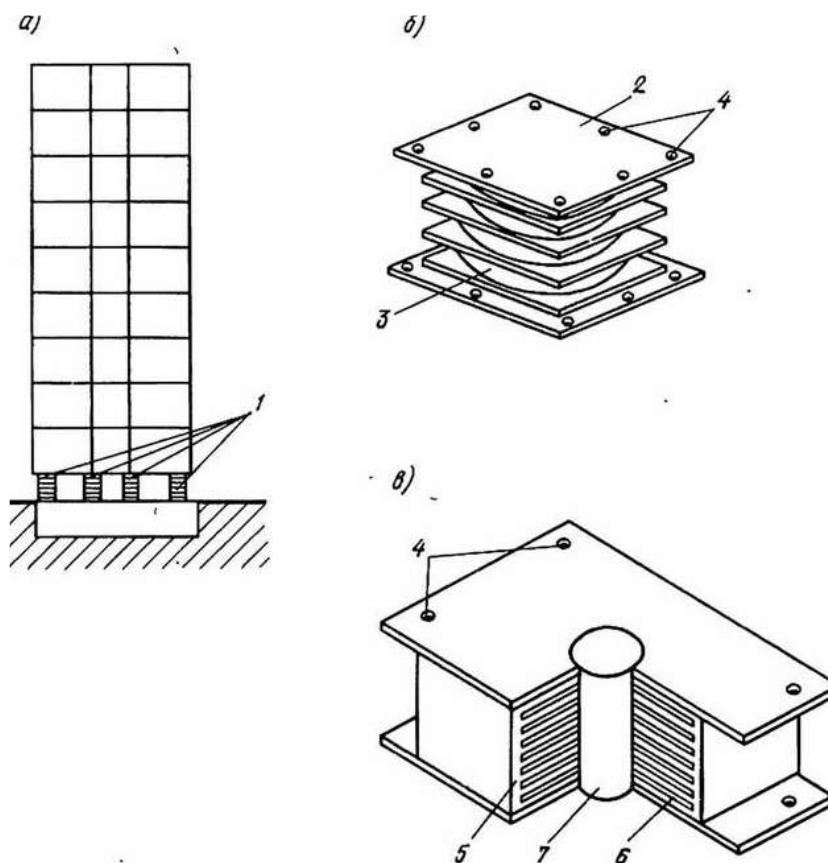


Рис. 1. Сейсмоизоляция здания с помощью резинометаллических опор:



а – схема установки опоры; б – схема конструкции опоры GAPEC; в – схема конструкции опоры, разработанной в Новой Зеландии; 1 – опора; 2 – стальная плита; 3 – слой неопрена; 4 – отверстия для анкерных болтов; 5 – резина; 6 – сталь; 7 – свинец

Между фундаментом и надземной частью здания устанавливаются специальные упругие или скользящие элементы — сейсмоизоляторы. Эти устройства позволяют основанию здания двигаться вместе с колебаниями грунта, в то время как надстройка остаётся относительно неподвижной. Сейсмоизоляция увеличивает период собственных колебаний конструкции, так как разрушительное воздействие землетрясения наиболее сильно при совпадении частот колебаний грунта и здания, увеличение периода снижает резонанс и, соответственно, силы инерции. (9) (10) (11)

В мировой практике наибольшее распространение получили системы сейсмоизоляции с применением многослойных опор, состоящих из чередующихся слоев каучука и стальных пластин, которые являются простейшими изоляторами и обладают весьма высокой жесткостью в вертикальном направлении.

Американскими специалистами в системах сейсмоизоляции были применены многослойные резинометаллические опоры. Проведенные исследования показали, что во время землетрясения ускорения колебаний здания в уровне верхнего этажа на 25% меньше, чем на грунте основания здания. Резинометаллические опоры устанавливались под колоннами или в местах пересечения несущих стен, а при отсутствии подземного помещения, устанавливались на отдельно стоящие фундаментные плиты.

Специалистами Новой Зеландии были предложены резинометаллические опоры с вертикальным цилиндрическим свинцовым сердечником, выполняющим роль поглотителя энергии. Считалось, что свинцовый сердечник обеспечивает высокую жесткость в вертикальном



направлении. При сильных сейсмических воздействиях в сердечнике возникают большие пластические деформации, что позволяет увеличить затухание колебаний в 3-5 раз. Такая конструкция является наиболее экономичной системой сейсмоизоляции, однако исследования показали, что в некоторых случаях возможно разрушение свинцового сердечника.

Японскими учеными представлено сейсмоизолирующее устройство, гасящее как горизонтальные, так и вертикальные колебания. Устройство представляет собой сочетание резинометаллической опоры с пневматической подушкой высокого давления. Предполагается, что это устройство может применяться для поддержания конструкции зданий массой до 500 т ( $5 \cdot 10$  кН). Разработана конструкция резинометаллических опор с упругопластическими элементами в виде коротких металлических колонн, пластические деформации которых при сейсмических воздействиях способствуют поглощению энергии колебаний. Авторы работы считают, что упругопластические элементы существенно увеличивают затухание, уменьшают амплитуды колебаний и в три раза снижают сейсмические нагрузки.

Американскими специалистами предложена система сейсмоизоляции, состоящая из чередующихся слоев тефлона, стальных листов, центрального цилиндрического вертикального резинового сердечника и восьми вертикальных периферийных резиновых стержней. Применение такой системы позволяет снизить величину горизонтального ускорения, поперечной силы и опрокидывающего момента в 3-8 раз.

Системы сейсмоизоляции в виде резинометаллических опор в целом благоприятно сказываются на сейсмостойкости зданий и сооружений. Однако, для зданий и сооружений, оказавшихся в эпицентральной зоне, необходимо предусмотреть мероприятия по снижению вертикальной составляющей сейсмического воздействия. (11) (7)





Резинометаллические сейсмоизоляционные системы являются высокоэффективным и надежным решением для защиты зданий и сооружений от землетрясений. Их способность снижать интенсивность сейсмических колебаний и защищать конструкции от разрушений делает их незаменимыми в сейсмоактивных районах. Хотя стоимость таких систем может быть высокой, их долгосрочная эффективность и низкие эксплуатационные затраты оправдывают вложения. В будущем использование РМС будет только увеличиваться, поскольку сейсмостойкость зданий и инфраструктуры становится одной из главных задач в строительной отрасли.

### Список литературы

1. Muysinovich, Madiev Farrukh; ,INTERSECTION DRIVING OPPORTUNITIES,"JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE",,2,458-460,2023,.
2. Rakhimov, A. R., Madiev, F. M. (2023). Application of seismic isolation systems for buildings in seismic areas. Problems of architecture and construction (scientific technical journal), 1(2), 675-678. (in Russian).
3. Rakhimov, A., & Khaidarov, S. (2023). Theoretical and Experimental Studies of Seismic Protection Systems with Disconnecting Connections. Trends and Prospects of Urban Development, 1(1), 234-236. Retrieved from <https://inlibrary.uz/index.php/prospects-ur>.
4. Rakhimov, Abduaziz; Rakhimov, Laziz; Khaydarov, Shokhbozjon; Beknazarov, Murod; Achildiyev, Rasul; Madiev, Farrukh; ,Experimental studies of the pile-in-pipe seismic isolation system with disconnecting connections,AIP Conference Proceedings,3244,1,040020,.
5. Rakhimov, Abduaziz; Madiev, Farrukh; Beknazarov, Murod; Rakhimov, Laziz; Xudayberdiyev, Ab'erkul; Khaydarov, Shokhbozjon; Achildiev, Rasul; ,Dynamic testing of the pile-in-pipe seismic isolation system with disengaging ties,AIP Conference Proceedings,3304.



6. Tulakov, E., Kurbonov, A., Inoyatov, D., Eshatov, I., & Abdullayeva, S. (2024). Study on the heat and vapor transfer resistance of the basement's outer walls and calculation of moisture regime: A case study of Uzbekistan. In E3S Web of Conferences (Vol. 5.
7. Мадиев, Фаррух; ,Implementation of international standards in trade regulation by the state,Новый Узбекистан: успешный международный опыт внедрения международных стандартов финансовой отчетности,1,5,31-34,2022,.
8. Рахимов, Абдуазиз Рахмонович; Мадиев, Фаррух Муйсинович; ,ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ,PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION (SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL),1,2,675-678,2023,.
9. Khaydarov, Shokhbozjon; Madiev, Farrukh; Achildiyev, Rasul; Beknazarov, Murod; ,Settlement planning project. Types of population centers and their development factors. Ways of planning and development of settlements,AIP Conference Proceedings,3244,1,04001.
10. Madiev, Farrukh; Navruza, Saidova; ,Creation of Road Plans for Various Terrains Using the Modern Credo Software Complex,American Journal of Technology and Applied Sciences,25,,22-26,2024,.
11. Muysinovich, Madiev Farrukh; ,Features of optimal planning of traffic in historical cities of Uzbekistan,PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION,1,1,7-15,2024,.
12. Raximov, A. R., Shukurlaev, D. D. (2023). Adaptive systems of seismic protection of equipment. Problems of architecture and construction (scientific technical journal), 1(2), 679-681. (in Russian). .