

ПРИМЕНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РЕЗИНОМЕТАЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Муканбет к. Э.¹, Отогонов А.Ж.²

¹к.т.н., доцент, Международный университет инновационных технологий Институт строительства и инновационных технологий тел.: +996703 734221, e-mail: erkin.mukanbetova@mail.ru

²тел.: +996700 628991, e-mail: otogonovaman@mail.ru

Аннотация. В статье описаны новые конструкции сейсмоизоляторов, которые изготовлены из обрезков утилизированных металлокордных покрышек. Эти сейсмоизоляторы в виде ковров устанавливаются между подошвой фундамента и грунтовыми основанием. в этих конструкциях вязкопластические элементы установлены дисперсно или выполнены из пластмассы и асфальтобетона с механическими свойствами близкими к свинцу.

ГРАЖДАНДЫК ИМАРАТТАРДЫ ЖАНА КУРУЛУШТАРДЫ СЕЙСМИКАЛЫК КОРГОО УЧҮН МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН РЕЗИНА-МЕТАЛЛ ЭЛЕМЕНТТЕРИН КОЛДОНУУ ЖАНА КОЛДОНУУ

Муканбет к. Э., Отогонов А.Ж.

Аннотация. Макалада сейсмикалык изоляторлордун жаңы конструкциялары сүрөттөлөт, алар кайра иштетилген болот корддун шиналарынын калдыктарынан жасалган. Бул килем түрүндөгү сейсмикалык изоляторлор фундаменттин негизи менен топурак түбүнүн ортосуна орнотулат. Бул конструкцияларда вископластикалык элементтер дисперстүү түрдө орнотулат же коргошунга жакын механикалык касиеттери бар пластиктен жана асфальт-бетондон жасалат.

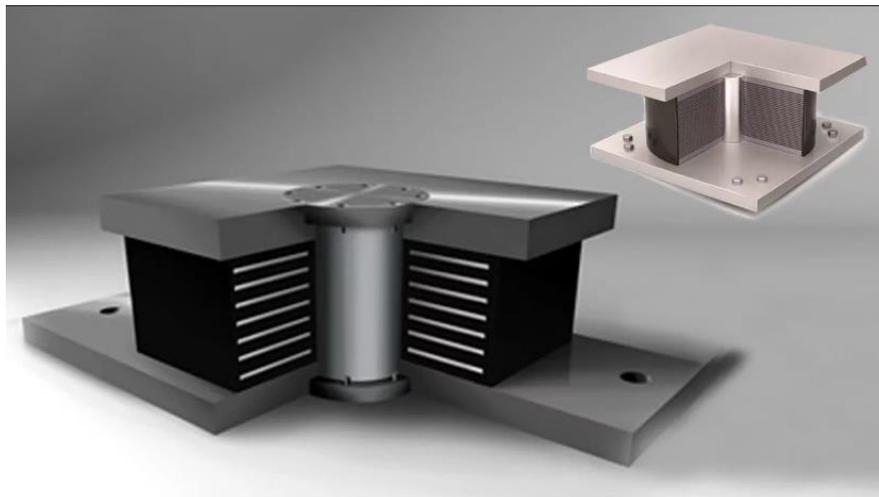
APPLICATION AND USE OF MODIFIED RUBBER-METAL ELEMENTS FOR SEISMIC PROTECTION OF CIVIL BUILDINGS AND STRUCTURES

Mukanbet k. E., Otogonov A.Zh.

Annotation. The article describes new designs of seismic isolators, which are made from scraps of recycled steel cord tires. These seismic isolators in the form of carpets are installed between the base of the foundation and the soil base. In these structures, viscoplastic elements are installed dispersed or made of plastic and asphalt concrete with mechanical properties close to lead.

В мировой практике сейсмостойкого строительства сложились определенные подходы в вопросах снижения уровня сейсмического воздействия на здания. Среди них особое место занимают системы сейсмозащиты в виде сейсмоизоляции, устройство в которой предусматривает уменьшение сейсмической энергии, передаваемой строительному объекту, посредством установки специальных конструктивных элементов, повышающих период собственных колебаний здания относительно преобладающего периода сейсмического воздействия. В качестве других элементов

могут быть использованы гибкие стойки, качающиеся опоры, резинометаллические, пружинные опоры и другие устройства [1].



Идея сейсмоизоляции была широко известна еще в глубокой древности, так на пример, при строительстве среднеазиатских минаретов в фундаментную часть строители укладывали специальные «камышовые пояса» или подушки из сыпучего материала. Однако теория сейсмоизоляции получило свое развитие и научно обоснование только в последние 20-30 лет. [1].

В Китае построено более 500 сейсмоизолированных зданий, крупнейший в мире сейсмоизолированный комплекс Subway Hub из пятидесяти 7-9-этажных зданий общей площадью 480 000 м². Сейсмоизоляция установлена между надземной и двухэтажной подземной частями зданий, площадь подземной части составляет 3 км². Сейсмоизоляция позволила на 25% снизить стоимость строительства. В Италии построено более сотни сейсмоизолированных зданий, причём активность внедрения этой системе защиты существенно возросла с принятием норм по проектированию сейсмоизоляции. Широко применяется сейсмоизоляция на Тайване, особенно после разрушительного землетрясения в Чи-Чи (1999). В Армении, в отличие от других стран бывшего СССР, системы сейсмоизоляции активно применяют в гражданском строительстве различных зданий. К концу 2005 г. было построено 21 здание с системами сейсмоизоляции. Сейсмоизоляция как средство сейсмозащиты внедрена также сейсмостойкое строительство США, Новой Зеландии и других стран. [1].



Анализ имеющихся материалов по обследованию зданий с системами сейсмоизоляции после сильных землетрясений подтверждает, что эта система является достаточно эффективной и сопровождается сохранением строительных конструкций.

На оснований выполненных автором многочисленных исследований проведения сейсмоизолированных зданий при землетрясениях, в докладе представлены некоторые практические рекомендации по использованию сейсмоизоляции для создания надежной системы сейсмозащиты строительных объектов различного назначения.

1. Сейсмоизоляция обеспечивает необходимый уровень снижения инерционных нагрузок на здания, причем это снижение может быть весьма существенным, однако при этом возникают значительные взаимные смещения сейсмоизолированных частей объекта. Такие смещения приводят к разрушению опорных элементов или падению с них здания, что в конечном счете ведет к полному обрушению строительных конструкций. Причина этого заключается в том, что в спектре большинства землетрясений (в частности, всех глубокофокусных) имеются низкочастотные составляющие с амплитудами, измеряемыми десятками сантиметров. Вследствие этого при оценке сейсмостойкости сейсмоизолированных зданий и сооружений необходимо прежде всего выполнять кинематический расчет, т.е. должна выполняться оценка взаимных смещений сейсмоизолированных частей зданий.

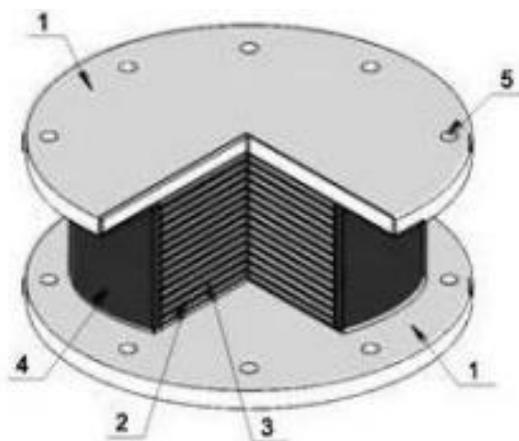


2. Для ограничения взаимных смещений сейсмоизолированных частей здания, между ними необходима установка демпфирующих устройств, энергопоглотителей. Их введение представляет собой средство, обеспечивающее надежную работу систем сейсмоизоляции во время землетрясений. В качестве таких устройств могут быть использованы устройства гашения колебаний, такие как энергопоглотители вязкого и гистерезисного типа, демпферы сухого трения, ограничители перемещений различного вида, динамические гасители колебаний. Примеры этих устройств представлены на рис. 2.

3. При оценке кинематических характеристик сейсмоизоляции требуется соблюдать корректное задание расчетного воздействия, в частности, должны быть исключены искажения расчетных акселерограмм в длиннопериодной области.

Отдельного внимания заслуживает метод сейсмоизоляции с использованием резинометаллических (упругодемпфирующих) опор, которые широко применяются при строительстве зданий, как в России, так и за рубежом [2].

Конструкция этих опор выполнена в виде чередуемых металлических пластин и слоев резины, может также иметь свинцовый сердечник.



Разработка инновационных резинометаллических сейсмизольаторов из утилизированных отходов

Одной из наиболее часто используемой стратегией сейсмостойкости зданий и сооружений является сейсмоизоляция. Сейсмоизоляция, устанавливается, как правило, между фундаментом и подземной частью сооружения, разделяет колебания грунта и сооружения, вводя скачкообразный разрыв и продольную и поперечную жесткости по высоте сооружения.

Самыми простыми и самыми распространенными являются многослойные сейсмоизоляторы. Они состоят из металлических пластинок, между которыми находятся резиновые прокладки. Существует много модификаций этого сейсмоизолятора. Японские инженеры предложили к резинометаллическим опорам добавить воздушные подушки высокого давления, смягчающие силу вертикальных ударов [3,4].

Впервые сейсмоизоляция здания с использованием целых утилизированных покрышек была предложена инженером Ф.Г.Габировым 30 лет назад. В дальнейшем Ф.Г.Габировым и другими исследователями были предложены различные конструкции фундаментов, в которых использовались целые и распиленные утилизированные металлокордные покрышки, выполняющие также сейсмо- и виброизоляционные функции [3,5,6].

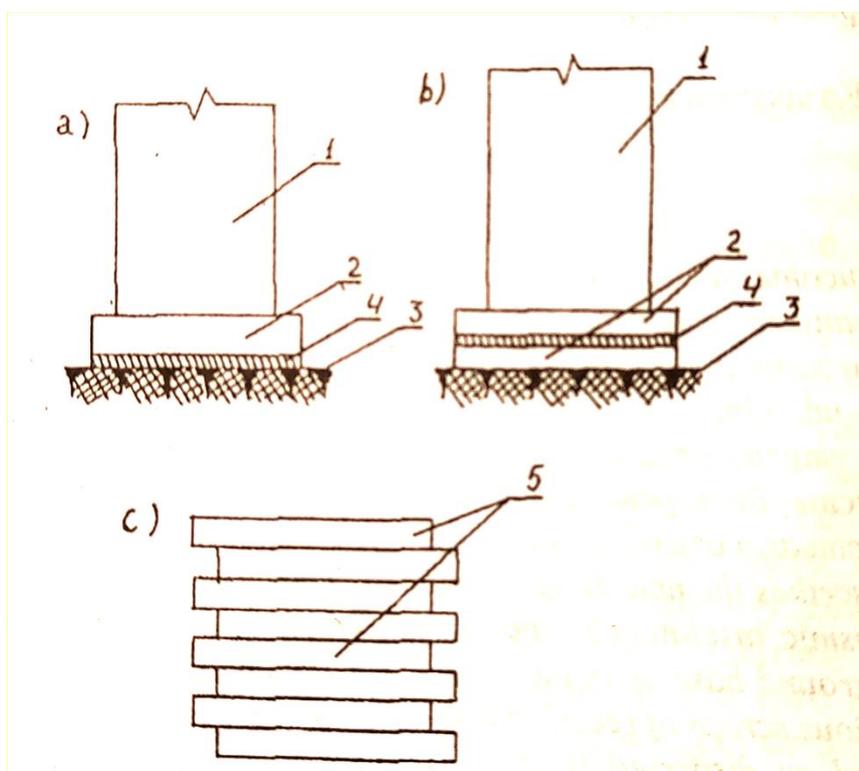


Рис. 1. Сейсмоизоляционные маты из протекторных обрезков утилизированных металлокордных покрышек: а) расположение сейсмоизоляционного мата внутри

фундаментов с основанием здания; б) расположение сейсмоизоляционного мата внутри фундамента здания; в) собранный элемент мата.

Надо отметить, что предлагаемые сейсмоизоляционные маты 4 устанавливаются между фундаментом 2 здания 1 и грунтовым основанием 3 (рис. 1,а), а также в виде прослойки (прослойки) в конструкции фундамента по его толщине (рис. 1,б). При сборке каждого отдельного элемента мата, каждая соседняя лента протекторной обрезки поворачивается обратной стороной. Таким образом, после соединения соседние протекторные обрезки взаимно гасят естественные упругие кольцевые изгибы, придавая элементу мата плоскую форму. При многослойном изготовлении элемента сейсмоизолирующего мата упругие кольцевые изгибы протекторных лент гасят за счет склеивания каждой пары этих лент обратными плоскими сторонами [6].

Работа, затрачиваемая на деформацию единицы объема резиноармированного мата за цикл деформации, т.е. величина механической энергии, перешедшей в тепло за цикл деформации вычисляется как:

$$A = \int_0^T \sigma d\varepsilon = \int_0^T \sigma \varepsilon^* dt \quad (1)$$

Динамические характеристики сейсмоизоляционного мата должны рассчитываться по тому же принципу, что и статические, т.е. по среднестатистическим характеристикам поврежденного металлокорда и изношенной резины. Реальный режим сейсмического нагружения сейсмоизолирующего мата не бывает гармоничным. Резиновые слои склеиваются между собой резиновым клеем. Во втором варианте мы изготавливаем сейсмоизолятор из боковых круглых фланцевых обрезков специальная пластмасса или асфальтобетон определенных составов, механические свойства которых близки к свинцу.

Первый фактор формы S_1 определяется как отношения эффективной загружаемой площади A_{load} к площади свободной поверхности A_{free}

$$S_1 = A_{load} / A_{free} \quad (2)$$

Второй фактор формы S_2 является отношением эффективной ширины к полной толщине сейсмоизолятора. Например, для круглых конструкций S_2 определяется по формуле

$$S_2 = \frac{d_0}{n * t_r} \quad (3)$$

где n - количество резиноармированных слоев; d_0 - диаметр сейсмоизолятора; t_r - толщина резиноармированного слоя.

Как видно из отходов получают сейсмоизоляторы с более рассеянным содержанием вязкопластического составляющего. Предлагаемые сейсмоизоляторы значительно дешевле аналогов, при этом их сейсмоизолирующие параметры не только не уступают аналогам, но и превосходят их [7,8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЛИТЕРАТУР

1. **Белаш Т.А.** Сейсмоизоляция в системах сейсмозащиты зданий. – Бишкек: Вестник, Международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству, №1/2018 (2), С.37-40.
2. **Белаш Т.А.** Нетрадиционные способы сейсмозащиты транспортных зданий и сооружений: монография. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 75с.
3. **Габитов Ф.Г.**, Разработка инновационных резинометаллических сейсмоизоляторов из утилизированных отходов. – Бишкек: Вестник, Международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству №1/2018 (2), С.49-52.
4. Вестник Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета «современные методы сейсмозащиты зданий» 1-3 стр.
5. Вестник Института сейсмологии НАН КР №1(13), 2019. 37-40стр.
6. **Айзенберг Я.М., Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Смирнов В.И., Трекин Н.Н.** Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом. М.: Издательство АСВ, 2012, 264с.
7. СНИП КР 22-01:2009. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Государственное агентство по архитектуре и строительству при Правительстве Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызская Республика.
8. СНИП КР 20-02:2018. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Государственный институт сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования Госстроя Кыргызской Республики и Международная Ассоциация экспертов по сейсмостойкому строительству, Бишкек, Кыргызская Республика.