

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЕЙСМОИЗОЛЯТОРОВ ИЗ УТИЛИЗИРОВАННЫХ ОТХОДОВ

Ф.Г. Габиров⁽¹⁾, Е.М. Шокбаров⁽²⁾

⁽¹⁾Азербайджанский НИИ строительства и архитектуры, г. Баку, Азербайджан, farchad@yandex.ru

⁽²⁾Казахстанский НИИ строительства и архитектуры, г. Алматы, Казахстан, eralykarakat@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 грунтовым основанием или в теле сложного фундамента. Описаны новые конструкции сейсмоизоляторов, выполненные из различных обрезков утилизированных покрышек. В этих конструкциях вязкопластические элементы установлены дисперсно или выполнены из пластмассы и асфальтобетона с механическими свойствами близкими к свинцу.

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE RUBBER WITH METAL CORD SEISMIC ISOLATORS FROM RECYCLED WASTE

F.G. Gabibov⁽¹⁾, E.M. Shokbarov⁽²⁾

⁽¹⁾Azerbaijan Scientific and Research Institute of Construction and Architecture, Baku city, Azerbaijan, farchad@yandex.ru

⁽²⁾Kazakh Scientific and Research Institute of Construction and Architecture, Almaty city, Kazakhstan, eralykarakat@mail.ru

Abstract. The article describes the new design structure of seismic isolators, which are made of scrap recycled metal tires. These seismic isolators in the form of carpets are installed between the foundation sole (base) and the ground base or in the body of a complex foundation. New design structures of seismic isolators made of various scraps of recycled tires are described. In these structures, the visco-plastic elements are mounted dispersedly or made of plastic and asphalt concrete with mechanical properties close to the lead.

ТАШТАНДЫ КАЛДЫКТАРДАН ИННОВАЦИЯЛЫК ЖЕЛИММЕТАЛЛ СЕЙСМО ОБОЧОЛОТУУЧУЛАРДЫ ИШТЕП ЧЫГУУ

Ф.Г. Габиров⁽¹⁾, Е.М. Шокбаров⁽²⁾

⁽¹⁾Азербайжан курулуш жана архитектура ИИИ, Баку ш., Азербайжан, farchad@yandex.ru

⁽²⁾Казахстан курулуш жана архитектура ИИИ, Алматы ш., Казахстан, eralykarakat@mail.ru

Аннотация. Макалада таштанды металлокорддук **покрышкалардын** кесиндилеринен даярдалган сейсмо обочолонтуучу жаңы конструкциялар сүрөттөлгөн. Бул сеймо обочолонткучтар килем түрүндө пайдубалдын таманынын жана кыртыштык негиздин ортосуна, же татаал пайдубалдын денесине орнотулат. Таштанды **покрышкалардын** ар түрдүү кесиндилеринен даярдалган сеймо обочолонткучтардын жаңы конструкциялары сүрөттөлгөн. Бул конструкцияларда илешчек пластикалык элементтер **дисперсно** орнотулган же механикалык касиеттери менен свинецке жакын пластмассадан жана асфальтбетондон жасалган.

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 в продольную и поперечную жесткости по высоте сооружения [1, 2].

Самыми простыми и самыми распространенными являются многослойные сейсмоизоляторы. Они состоят из металлических пластинок, между которыми находятся резиновые прокладки. Существует много модификаций этого сейсмоизолятора. Если в середину сейсмоизолятора загнать свинцовый стержень для увеличения затухания, то получается новозеландский вариант. Для увеличения затухания применяется также пластичная резина - американский вариант. Если заложить между алюминиевыми пластинками специальную пластмассу, то получим армянский вариант. Японские инженеры предложили к резинометаллическим опорам добавить воздушные подушки высокого давления, смягчающие силу вертикальных ударов [3].

В связи с развитием строительства зданий и сооружений в районах с высокой сейсмичностью весьма актуальным становится вопрос разработки новых инновационных резинометаллических сейсмоизоляторов путем использования утилизированных металлокордных покрышек от автомобилей и тракторов.

Отработавшие свой срок покрышки являются наиболее массовым видом отходов общественного потребления. Объем образования утилизированных покрышек от автомобилей и тракторов огромен, например, в США их образуется до 18 млн. тонн в год. Доля утилизированных покрышек с металлокордом в настоящее время превышает 50 % от их общего количества. Существующие технологии переработки этих видов покрышек весьма трудоемки и дороги.

Впервые сейсмоизоляция здания с использованием целых утилизированных покрышек была предложена инженером Ф.Г.Габибовым 30 лет назад. В дальнейшем Ф.Г.Габибовым и другими исследователями были предложены различные конструкции фундаментов, в которых использовались целые и распиленные утилизированные металлокордные покрышки, выполняющие также сейсмо- и виброизоляционные функции [4].

В работе [5] Ф.Г.Габибовым и др. представлены различные варианты сейсмоизоляционных матов, сделанных из полных протекторных обрезков, утилизированных металлокордных автопокрышек (рис. 1). 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 (прослоек) в конструкции фундамента по его толщине (рис. 1,б). Сейсмоизоляционные маты 4

собираются из плоских элементов (рис. 1,с), изготавливаемых из протекторных обрезков 5 одинакового типоразмера, которые скрепляются между собой по боковинам длинных сторон резиновым клеем или скобами. 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 гасятся за счет склеивания каждой пары этих лент обратными плоскими сторонами. Толщина сейсмоизоляционного мата определяется специальным расчетом на компьютере с использованием численных методов.

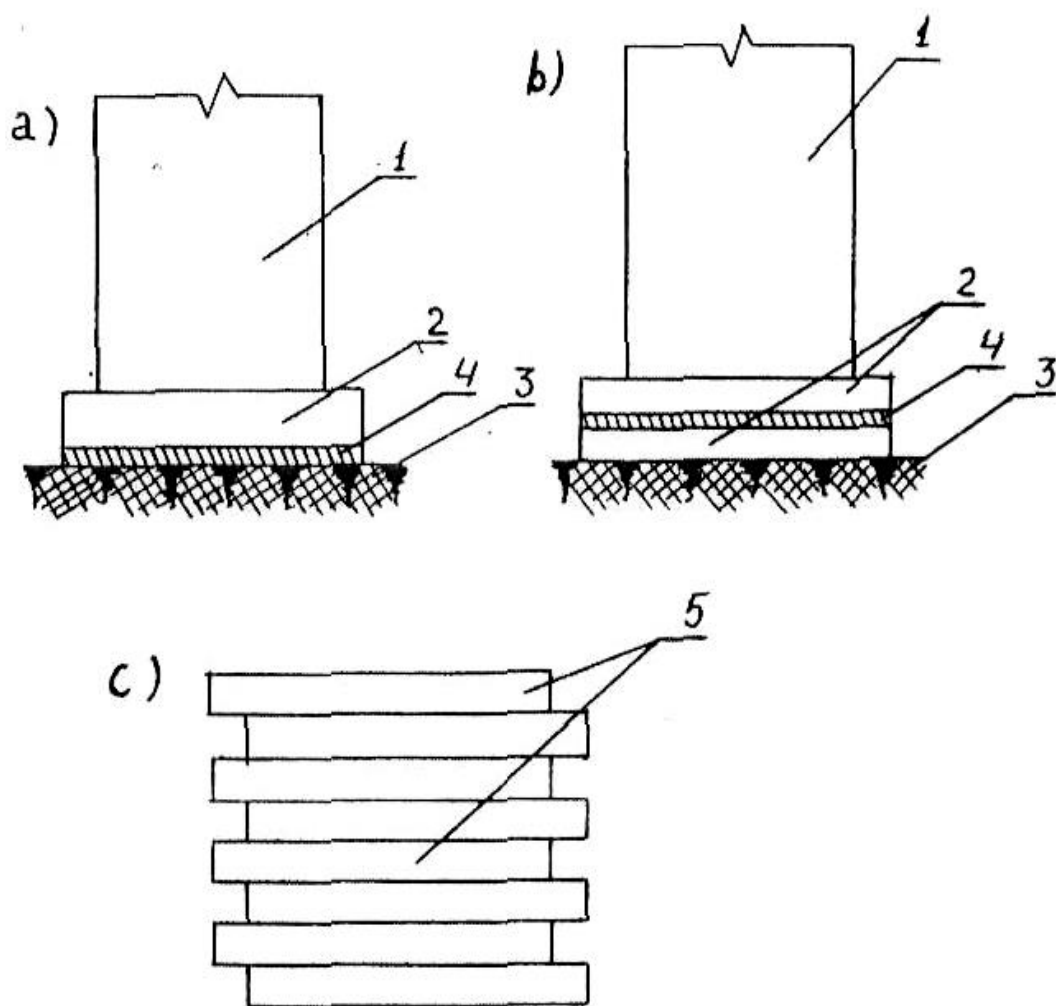


Рис. 1. Сейсмоизоляционные маты из протекторных обрезков утилизированных металлокордных покрышек: а) расположение сейсмоизоляционного мата между фундаментом с основанием здания; б) расположение сейсмоизоляционного мата внутри фундамента здания; в) собранный элемент мата.

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.

Авторами разработаны новые конструкции сейсмоизоляторов, выполненные из обрезков, утилизированных металлокордных покрышек. Эти конструкции выполнены в стиле новозеландского варианта сейсмоизоляции. В первом варианте сейсмоизолятора резиноармированные слои изготовлены из квадратных обрезков протекторной части, утилизированной металлокордной покрышки. В этих квадратных обрезках сверлят отверстия между металлическими нитями корда для свинцовых сердечников. При сборке сейсмоизолятора резиноармированные слои нанизываются на готовые свинцовые сердечники последовательно в положении с взаимно перпендикулярным расположением металлических нитей корда. Резиновые слои склеиваются между собой резиновым клеем. Во втором варианте мы изготавливаем сейсмоизолятор из боковых круглых фланцевых обрезков, утилизированных металлокордных покрышек. В центральном отверстии этого многослойного сейсмоизолятора в качестве вязкопластического элемента устанавливается специальная пластмасса или асфальтобетон определенных составов, механические свойства которых близки к свинцу. По третьему варианту сейсмоизолятор изготавливается из скрепленных в общую ленту нескольких протекторных обрезков. Эта лента сворачивается в спираль с сохранением определенного пространства между витками спирали, в которую вставляется спирально закрученный свинцовый сердечник.

При проектировании сейсмоизоляции зданий с предложенными конструкциями необходимо изучить их гистерезисные петли на модельных установках.

В качестве геометрических факторов, определяющих конфигурацию резинометаллических сейсмоизоляторов, используют два коэффициента: первый фактор формы S_1 и второй фактор формы S_2 . Эти два коэффициента имеют существенное влияние на жесткость при сжатии и устойчивость сейсмоизоляторов при действии сжимающей силы и наличии горизонтальных перемещений [6].

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

$$S_1 = \frac{A_{\text{bood}}}{A_{\text{free}}} \quad (2)$$

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

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

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смирнов В.И.** Сейсмоизоляция - инновационная технология защиты высотных зданий от землетрясений в России и за рубежом. Сборник статей к 80-ти летию ЦНИИСК им. А.Кучеренко. М.. 2007, с. 24-32.

2. **Смирнов В.И.** Современная защита от землетрясений. "Высотные здания", Выпуск 4, 2008, с. 110-115.

3. **Кириков Б.А.** Древнейшие и новейшие сейсмостойкие конструкции. М.: Наука, 1990, 72 с.

4. **Габиров Ф.Г.** Геомеханика. Геотехника. Избранные труды. Саарбрукен, Германия, LAM LAMBERT Akademik Publishing, 2016, с. 256-265.

5. **Габиров Ф.Г., Баят Х.Р., Габирова Л.Ф.** Разработка экономичных сейсмостойких зданий с использованием металлокордных резиновых отходов. Вестник АО "КазНИИСА", № 11(63), 2016, с. 18-24.

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, 264 с.