

УДК 624.21/.8

СЕЙСМОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**Нечушкин Александр Сергеевич,**

Преподаватель кафедры «Железнодорожный путь и строительство», Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, a.nechushkin@samgups.ru

Павлюк Максим Алексеевич,

Студент, кафедра «Железнодорожный путь и строительство», Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, ma.pavlyuk.al@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматриваются различные методы и технологии, которые применяются для обеспечения устойчивости мостов в условиях сейсмической активности. Авторы анализируют существующие подходы к проектированию сейсмозащитных устройств.

Ключевые слова: сейсмозащитные устройства, мост, землетрясение, устойчивость, безопасность.

SEISMIC PROTECTION DEVICES OF BRIDGE STRUCTURES**Nechushkin Alexander Sergeevich,**

Educator, Department of Railway Track and Construction, Samara State University of Transport, Samara, a.nechushkin@samgups.ru

Pavlyuk Maxim Alekseevich,

Student, Department of Railway Track and Construction, Samara State University of Transport, Samara, ma.pavlyuk.al@yandex.ru

ABSTRACT

The article examines various methods and technologies that are used to ensure the stability of bridges in seismic activity. The authors analyze existing approaches to the design of seismic protection devices.

Keywords: seismic protection devices, bridge, earthquake, stability, safety.

Сейсмозащитные устройства моста – одни из важнейших элементов конструкции моста, обеспечивающие устойчивость и надежность сооружений от сейсмических явлений,

во время землетрясений, а также воздействия горных пород, тем самым увеличивая долговечность и безопасность конструкции [1].

Рассмотрим имеющиеся устройства:

1. Резинометаллические изоляторы со свинцовым сердечником (далее – РОЧСС);
2. Скользящие маятниковые изоляторы (далее – СМИ);
3. Демпфирующие устройства (далее - ДУ) по типу рабочего материала делятся на:
 - 3.1 Вязкие гидравлические демпферы;
 - 3.2 Стальные гистерезисные демпферы.

Резинометаллические изоляторы со свинцовым сердечником (см. рисунок 1).

При одинаковом сейсмическом воздействии на грунт, сооружения, оборудованные сейсмическими защитными устройствами, испытывают значительно меньшее воздействие и часто остаются совершенно неповрежденными. Это не только позволяет избежать ремонта самих объектов, но и защищает целостность и функциональность оборудования и систем внутри сооружений. Они могут быть применены в железобетонных, сталежелезобетонных и стальных мостовых сооружениях.

Сейсмические изоляторы в мостах играют роль опорных частей. В обычных условиях эксплуатации они функционируют как всесторонне-подвижные опорные части с заданной конструктивной жёсткостью.

Эти изоляторы размещаются горизонтально на подферменнике опоры. На одной опоре под каждой главной балкой пролётного строения можно установить только одно устройство.

Также недопустимо располагать на одном пролётном строении резинометаллические изоляторы со свинцовым сердечником и скользящие маятниковые изоляторы.

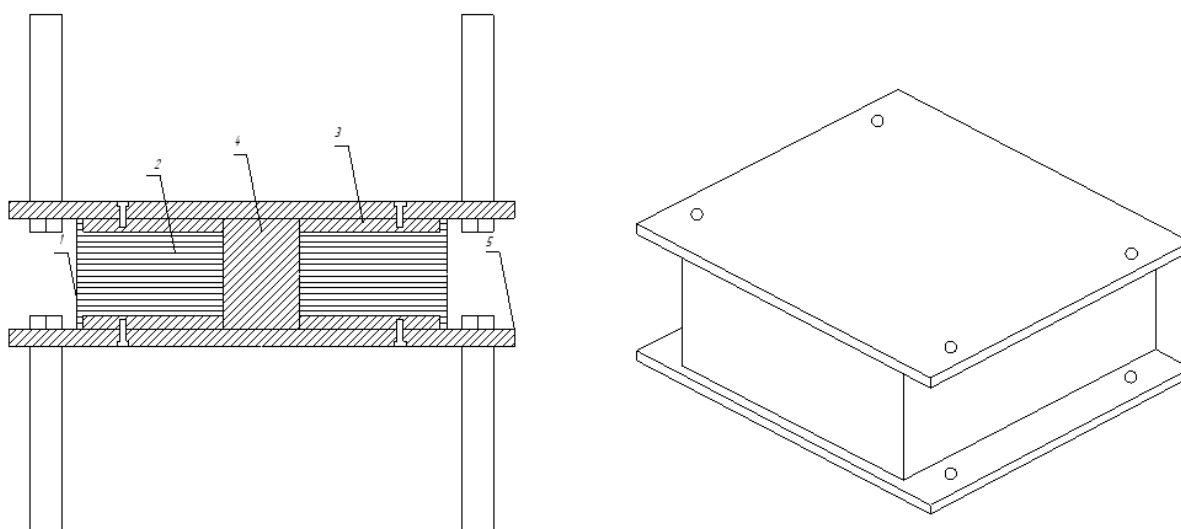


Рисунок 1 – Схема резинометаллического изолятора со свинцовым сердечником (1 – массив резины; 2 – внутренние армирующие стальные пластины; 3 – внешние армирующие стальные пластины; 4 – свинцовый сердечник; 5 опорные плиты)

Высокие значения коэффициента демпфирования, значительно уменьшающие воздействие на сооружение, позволяют существенно упростить его конструкцию и снизить затраты на материалы и строительные работы.

Кроме того, расчеты систем сейсмической изоляции с использованием современных программных средств достаточно просты при линейном моделировании [2].

Скользкие маятниковые изоляторы (см рисунок 2).

Изолирующая опорная часть, изолятор-слайдер, имеющий форму сферы, которое использует гравитацию для возвращения, а после приходит в исходное положение.

Энергия рассеивается благодаря трению между скользящими поверхностями изолятора во время его перемещений под воздействием сейсмических волн. После окончания землетрясения сооружение возвращается в первоначальное положение благодаря изгибу скользящей поверхности под действием силы тяжести.

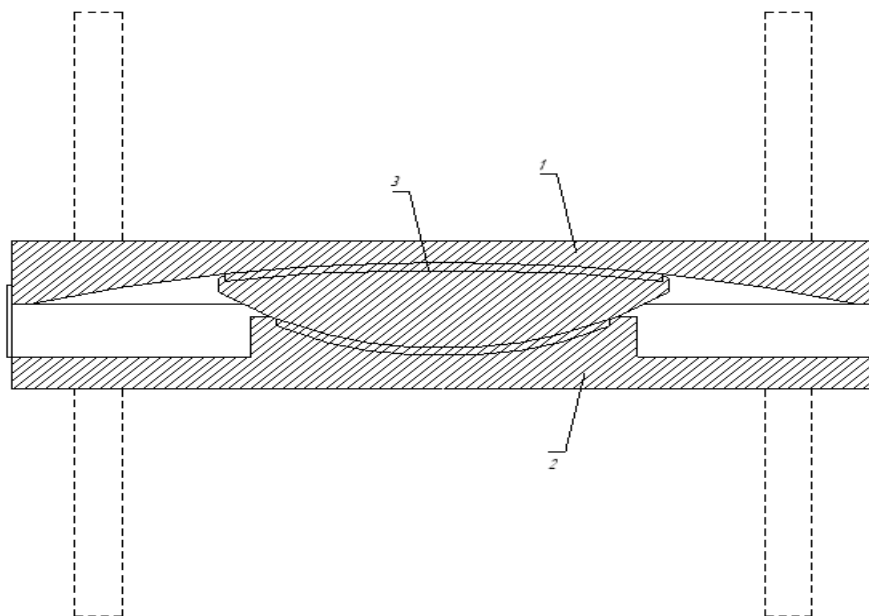


Рисунок 2 – Скользящие маятниковые изоляторы СМИ

(1 – верхняя плита со сферической поверхностью скольжения; 2 – нижняя плита; 3 – скользящий сферический сегмент)

Маятниковые изоляторы подходят для объектов с любой интенсивностью движения и нагрузками, которые не превышают допустимые. Они могут использоваться в мостовых сооружениях из железобетона, сталежелезобетона или стали любых пролётов и габаритов при прямых и косых пересечениях.

Гидравлические устройства (см. рисунок 3).

Гидравлическое устройство, действует по подобию блока управления усилием, часть энергии рассеивается за счет динамических воздействий достигая определенного уровня усилий.

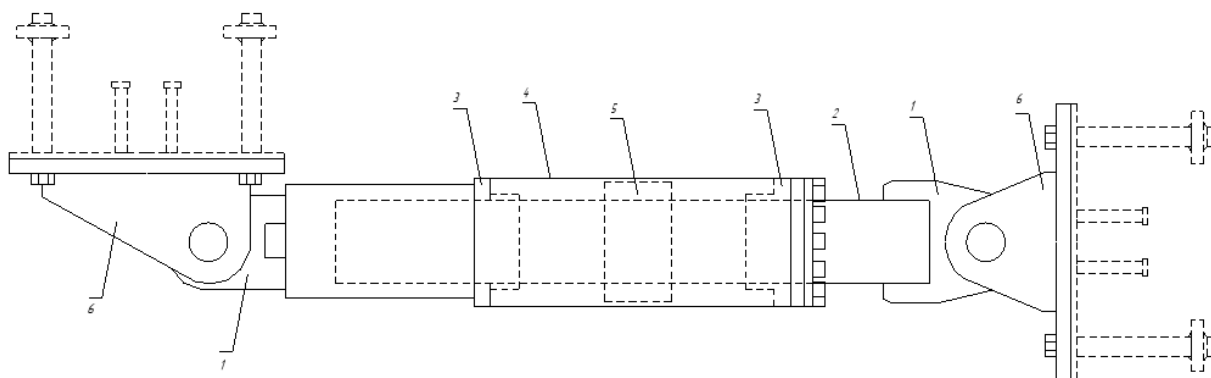


Рисунок 3 – Схема гидравлического устройства

(1 – шарнирный анкер; 2 – шток; 3 – крышка цилиндра с системой уплотнителей; 4 – цилиндр; 5 – поршень с системой перепуска жидкости; 6 – опорный кронштейн)

Демпферы – это особые элементы в конструкции моста, которые непрерывно и целенаправленно снижают энергию, возникающую из-за внешних воздействий (землетрясений и т.д.). Благодаря этому горизонтальное ускорение и резкие движения не приводят к повреждениям.

Стоит отметить, что обеспечение сейсмостойкости мостовых сооружений является одной из ключевых задач при их проектировании и строительстве. Сейсмические нагрузки могут привести к серьёзным повреждениям и даже разрушению мостов, поэтому необходимо уделять особое внимание выбору подходящих сейсмозащитных устройств [3].

Получим сводную таблицу сейсмозащитных устройств мостовых сооружений (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Сейсмозащитные устройства мостовых сооружений

Способ защиты	Ключевые особенности устройства
Резинометаллический изолятор со свинцовым сердечником	<p>Простота конструкции. Резинометаллические изоляторы со свинцовым сердечником имеют простую конструкцию, что делает их относительно недорогими в производстве и установке.</p> <p>Эффективность. Эти изоляторы способны эффективно снижать воздействие землетрясений на мост, обеспечивая его устойчивость и долговечность.</p> <p>Долговечность. Материалы, используемые в конструкции резинометаллических изоляторов со свинцовым сердечником, обладают высокой прочностью и устойчивостью к износу, что обеспечивает долговечность устройства.</p>
Скользящие маятниковые изоляторы	<p>Гибкость. Скользящие маятниковые изоляторы обеспечивают гибкость моста, позволяя ему адаптироваться к колебаниям грунта во время землетрясения. Это снижает нагрузку на конструкцию моста и уменьшает вероятность его повреждения.</p> <p>Надёжность. Конструкция скользящих маятниковых изоляторов обеспечивает надёжную защиту моста от землетрясений, предотвращая его разрушение или повреждение.</p> <p>Адаптивность. Скользящие маятниковые изоляторы могут быть адаптированы под различные типы мостов и условия эксплуатации, что делает их универсальными устройствами.</p>
Гидравлические устройства	<p>Высокая эффективность. Гидравлические устройства способны эффективно поглощать и рассеивать энергию колебаний, снижая воздействие землетрясений на мост.</p> <p>Плавность работы. Гидравлические системы обеспечивают плавное движение моста во время землетрясений, что предотвращает резкие удары и вибрации, которые могут повредить конструкцию.</p> <p>Регулируемость. Гидравлические устройства могут быть настроены на различные уровни жёсткости и</p>

	демпфирования в зависимости от условий эксплуатации и требований к защите моста.
--	--

В ходе исследования были рассмотрены различные типы сейсмозащитных устройств. Каждый из этих типов имеет свои преимущества и недостатки, а также свою область применения. Выбор конкретного типа сейсмозащиты зависит от многих факторов, включая интенсивность движения, тип моста, сейсмическую активность в регионе и другие параметры.

Таким образом, тема сейсмозащитных устройств мостов является актуальной и перспективной для дальнейшего изучения. Разнообразие конструкций и принципов работы сейсмозащитных устройств позволяет адаптировать мосты к различным условиям эксплуатации и обеспечить их долговечность и надёжность [4].

Однако, необходимо продолжать изучение новых материалов и технологий, которые могут повысить эффективность и надёжность сейсмозащитных устройств.

Список литературы:

1. Глушков С.П., Проворная Д.А. Устройства сейсмозащиты мостов // Вестник донецкой академии автомобильного транспорта. 2017. №1. С. 50-54.
2. Кудрявцева В.Д., Афанасьева Я.В. Сейсмозащитные устройства при строительстве мостов. // Вестник науки и образования северо-запада России. 2024. №2. С. 103-110.
3. Федоров О.А., Малышев С.О., Киряков Е.И. Разработка конструкции антисейсмического устройства // Избранные доклады 65-й юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 2019. С. 289-293.
4. ОДМ 218.2.070-2016 методические рекомендации по конструкции, монтажу и содержанию сейсмозащитных устройств мостовых сооружений на автомобильных дорогах.

References:

1. Glushkov S.P., Provornaya D.A. Seismic protection devices for bridges // Bulletin of the Donetsk Academy of Automobile Transport. 2017. No. 1. P. 50-54.
2. Kudryavtseva V.D., Afanasyeva Ya.V. Seismic protection devices in bridge construction // Bulletin of science and education of the north-west of Russia. 2024. No. 2. P. 103-110.
3. Fedorov O.A., Malyshev S.O., Kiryakov E.I. Development of an anti-seismic device design // Selected reports of the 65th anniversary university scientific and technical conference of students and young scientists. 2019. P. 289-293.
4. ODM 218.2.070-2016 Methodological recommendations for the design, installation and maintenance of seismic protection devices for bridge structures on highways.