

## **АКСЕССУАРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

*Нанаджанов Джавад Рагифович, студент 1-го курса  
кафедры «Мосты и транспортные тоннели»*

*Саратовский государственный технический университет, г. Саратов  
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., д-р. техн. наук, профессор)*

### **Введение**

Все искусственные транспортные сооружения подвергаются нагрузкам (динамическим и статическим). Самыми опасными нагрузками для мостов разных типов (балочных, арочных, вантовых, висячих и др.) являются динамические нагрузки. Динамические нагрузки возникают от ветровых нагрузок, от проезда автомобилей по деформационным швам, дефектам дорожного покрытия, от прохода большой пешеходной нагрузки, от ледовой нагрузки, температурные нагрузки - возникающие в самих элементах мостов и др. Из-за влияния данных факторов в конструкциях сооружений появляются разрушения, но самое главное, появляются дефекты, которые мешают плавному проезду автомобилей. Поэтому для обеспечения правильной эксплуатации искусственно сооружения устраиваются опорные части пролетного строения, деформационные швы, демпферы и другие элементы. К сожалению, в России малое значение придают опорным частям, деформационным швам и демпферам это еще сохранилось с Советских времен, но по моему мнению данные элементы являются одними из самых важных элементов в больше всех проблем возникает с деформационными швами. Зачастую деформационные швы протекают, их разрывает при низких температурах, отрываются и проваливаются в деформационный зазор отдельные элементы этих конструкций. При проезде по ним слышен грохот, а пассажиров транспортного средства ощутимо подбрасывает.

Повреждение деформационного шва приводит к немедленному попаданию агрессивных вод с проезжей части опорные части, пролетное строение, опоры. После этого деградация пролетных строений нарастает лавинообразно. С опорными частями такая же ситуация. Опорные части служат для правильного изменения длины, поворота, изгиба пролетного строения в результате внешних факторов, основным фактором являются температурные изменения. Из-за плохих либо неправильно установленных опорных частей уменьшается срок

службы пролетного строения мостов в результате появления лишних напряжений.

Приведенные выше сведения вполне достаточны для того, чтобы начать очень аккуратно относиться ко всем данным аспектам

#### Кинематическое воздействие

Под кинематическим воздействием понимается явление, при котором колебание конструкций не вызывается действием динамической силы, а передается через ее упругое закрепление. Типичным примером такого колебания служит передача воздействия через колебания фундамента или основания, на котором расположена конструкция. Колебания фундаментов могут быть вызваны различными причинами. Сюда относятся колебания от работы станков, копров, проходящего транспорта. К кинематическим относится и сейсмическое воздействие, вызываемое землетрясением. Отличие состоит в характере воздействия.

Виды кинематического воздействия:

-Неравномерные деформации основания;

-Усадка и ползучесть материала;

Для предотвращения всех внешних воздействий сооружаются:

1. Устройство деформационных швов;
2. Устройство опорных частей;
3. Устройство демпфирующих устройств.

#### **Деформационные швы**

Мостовые сооружения необходимы для преодоления разных видов препятствий, которые мешают проходу пешеходов, проезду автомобилей и др. не могут быть построены без разрывов несущих элементов по их длине т.к. они изменяют свою длину под влиянием окружающей среды.

Поначалу мосты строились из камня и дерева. Температурные расширения в данных типах мостов не были велики поэтому это не сильно влияло на надежность данных мостов. Другие внешние воздействия, такие как давление ветра и подвижная нагрузка временного характера также не могли вызывать возникновение заметных деформаций и перемещений конструкций. Но с увеличением длины пролетных строений, благодаря применения новых материалов строительства (металл, железобетон), оказалось, что конструкции мостовых сооружений не могут воспринимать усилия, которые возникают в пролетных строениях, из-за изменения их температуры, если концы пролетных строений не имели возможности свободно перемещаться. Это способствовало применению деформационных швов то есть разрывов несущих конструкций.

Несущие конструкции в свою очередь стали устанавливать на опорные части, позволяющие свободно перемещаться пролетным строениям.

Задача деформационных швов было обеспечение безопасного, комфортного и беспрепятственного движения транспортных средств и пешеходов по мостовому полотну над деформационными зазорами.

Деформационные швы являются самыми важными элементами в мостах. Рассмотрим классификацию деф. Швов.

### **Классификация деформационных швов**

Названия типов деформационных швов характеризуют устоявшиеся конструктивные решения, применяемые при создании деформационных швов. На современном этапе применяется относительно небольшое количество наиболее удачных конструктивных решений, которые и дают возможность классифицировать деформационные швы на 5 основных категорий (рис. 1-5):

- 1) деформационные швы закрытого типа;
- 2) щебеночно-мастичные деформационные швы;
- 3) деформационные швы заполненного типа;
- 4) деформационные швы перекрытого типа;
- 5) деформационные швы с упругим компенсатором.

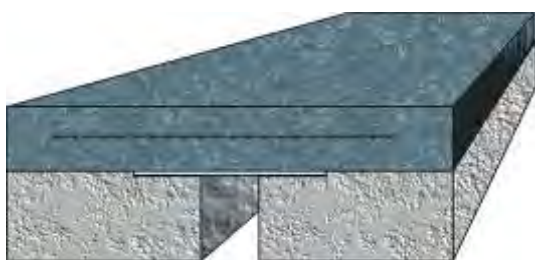


Рисунок 1 – Деформационный шов закрытого типа

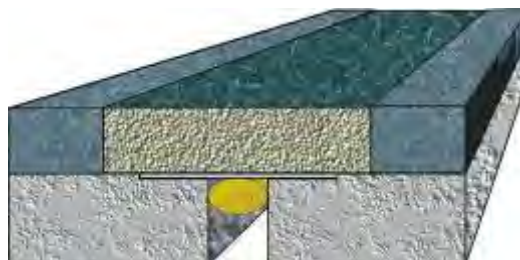


Рисунок 2 – Щебеночно-мастичный деформационный шов

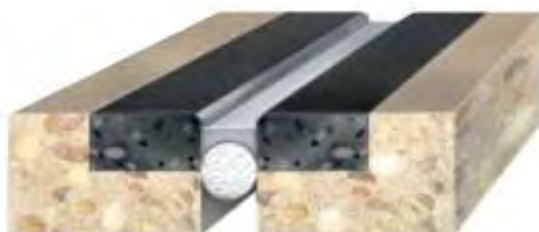


Рисунок 3 – Деформационный шов заполненного типа

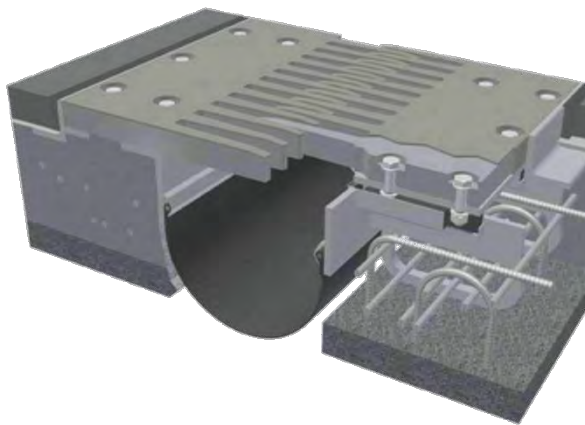


Рисунок 4 – Деформационные швы перекрытого типа

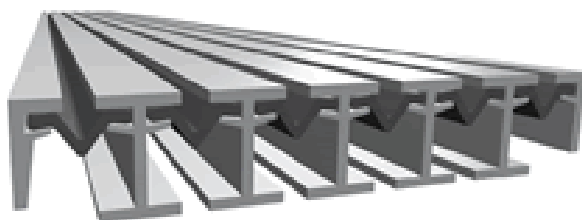


Рисунок 5 – Деформационные швы с упругими компенсаторами

### **Опорные части**

Опорные части самые необходимые элементы мостовых сооружений. Благодаря опорным частям основные элементы моста: пролетное строение, подходы к мосту работают в расчетных условиях. Раньше зачастую применялись стальные опорные части. Однако, современные конструкции и технологии, а также использование новых материалов с улучшенными по сравнению с использовавшимися физико-механическими свойствами привели к разработке абсолютно новых, отличающихся от своих «предшественников» по габаритам, конструкций опорных частей. Также эти конструкции стали менее материалоемкие.

Целью данного пункта является освещение комплекса вопросов, связанных с назначением и особенностями работы опорных частей.

Опорные части – это конструктивные элементы мостового сооружения, которые передают всю нагрузку с пролетного строения на опорные части моста, а также обеспечивают необходимый поворот, деформацию, то есть перемещения опорных сечений пролетных строений.

Классификация опорных частей

Таблица 1 – Классификация опорных частей по конструктивным особенностям

Опорные части															
Неподвижные					Подвижные										
					Качения			Скольжения				Деформирующиеся			
					Катковые										
Плоские	Тангенциальные	Балансирные	Стаканные	С шаровым сегментом	Однокатковые	Валковые	Многокатковые	Секторные	Плоские	Тангенциальные	Тангенциальные комбинированные		Стаканные	С шаровым сегментом	Резинометаллические (РОЧ)

### Современные конструкции опорных частей

Как известно, сфера мостостроения на сегодняшний день стремительно развивается. Большой вклад в это развитие, а именно: в усовершенствование технологических процессов, в создание абсолютно новых либо видоизмененных конструкций - внесли зарубежные организации, такие как «MAURER», «Mageba», «Freyssinet» и другие. Поэтому, в данном пункте я рассмотрел основные конструкции опорных частей, разработанных зарубежной организацией «Mageba», которые используются в настоящее время на мостовых сооружениях по всему миру.



Рисунок 6 – Конструкция сферической опорной части тип KE  
 Источник: <https://www.mageba-russia.ru>

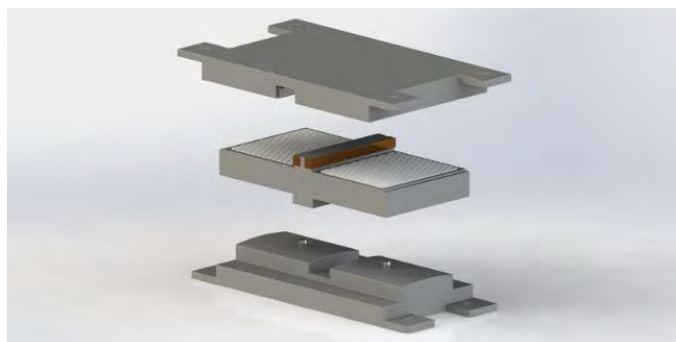


Рисунок 7 – Вертикальный разрез тангенциальной опорной части LGe с возможностью работы на отрыв  
Источник: <https://www.mageba-russia.ru>

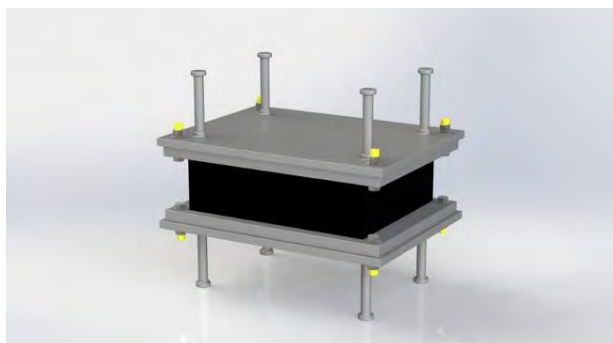


Рисунок 8 – Опорная часть NBf с анкерными пластинами с гибкими упорами  
Источник: <https://www.mageba-russia.ru>



Рисунок 9 – Собранный сдвиговой упор Reston-Force на заводе  
Источник: <https://www.mageba-russia.ru>

### **Демпфирующие устройства**

Демпферы – конструктивные элементы, которые непрерывно уменьшают энергию, передающуюся на пролетное строение, ванты и другие элементы моста в результате воздействия внешних факторов (например: ветер, землетрясение и



т.д.), в итоге обезопасивая от повреждений из-за горизонтального ускорения и скачков движения. На данный момент доступны различные виды демпфирующих устройств.

На примере компаний-производителей «MAURER» и «MAGEBA», находящихся на «передовой» научного прогресса в области защиты мостовых сооружений от сейсмических воздействий, рассмотрим несколько вариантов.



Рисунок 10 – стальной демпфер MRSD с центрированием в двух направлениях

Источник: <https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html>]



Рисунок 11 – Стальной гидравлический демпфер RESTON®SA

Источник: <https://www.mageba-group.com/ru/ru/1026/Buildings/Seismic-devices/LASTO-HDRB/Detail.htm>]

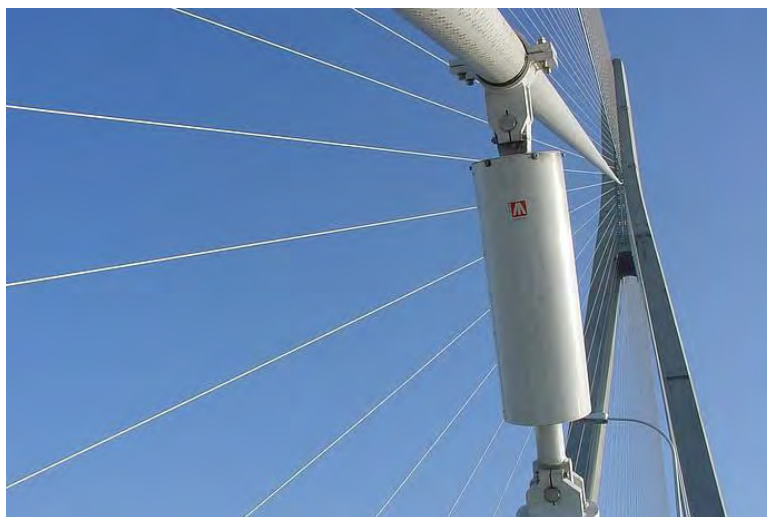


Рисунок 12 – Канатный демпфер MAURER

Источник: <https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html>]

Преимущества:

- Малое время реакции;
- Высокая эффективность;

Недостатки:

- Большая стоимость;
- Необходимость использования нелинейных моделей при расчетах.

### **Заключение**

Необходимо уделять большое внимание вопросу проектирования данных аспектов, потому что большое кол-во мостов начинают преждевременно выходить из строя в связи с неправильно подобранными опорными частями, деформационными швами, демпферами (если они нужны).

На этапе проектирования моста не стоит экономить на затронутых аспектах, потому что использовав менее затратный элементы, мы тем самым удорожаем эксплуатацию данного сооружения, т.к. в стыках деформационных швов образуются трещины, деформационные швы плохого качества пропускают воды тем самым запуская коррозионные явления внутри самого моста, деформационные швы, опорные части неправильно подобранные не дают пролетному строению изменять свою длину, поворачиваться в полном объеме. Демпферы же в свою очередь гасят большую часть динамических нагрузок тем самым обезопасивают мост от неблагоприятных динамических нагрузок. На рынке представлено много вариантов систем, но можно выделить лидирующий по качеству представителей: Maurer, Mageba .

Я отдаю свое предпочтение решениям от Maurer, Mageba, потому что сооружения на которых использовались решения от данных компаний отлично



служат на протяжении большого промежутка времени, отлично работая в любых экстремальных условиях и др.

Также, необходимо знать, что применение любых способов защиты мостовых сооружений от внешних воздействий должны отталкиваться:

- От данных о геологии строительной площадки;
- Расчётов на сейсмические воздействия (при расположении объекта в сейсмически активном регионе строительства);
- Нормативных документов, инструкции использования демпфирующих устройств
- В обязательном порядке после проведения испытаний.

#### Литература:

1. Свод правил: СП 35.13330.2011 – Мосты и трубы [Текст]: нормативно-технический материал.- Москва: ОАО «ЦНИИС», 2011. – 29 с.
2. Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н.. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: (учебное пособие). Саратов: СГТУ, 2005. – 174 с.
3. Ramberger G. Structural bearings and expansion joints for bridges. Structural Engineering Documents 6 / G. Ramberger. – Switzerland, Zurich: IABSE, 2002. – P. 51-89.
4. BD 33/94. Expansion joints for use in highway bridge decks / The Highways Agency. – Great Britain, London, 1994. – 18 p.
5. Köster W. The functioning and operation of the modern modular expansion joint system / W. Köster, S. Brown // Rep. on Third World Congress on Joints and Bearings, Toronto, Canada, Oct. – Nov., 1991. – Электронный ресурс: <http://www.techstar-inc.com/artman/uploads/t1030402.pdf>, 2005. – 15 p.
6. Performance testing for modular bridge joint systems. NCHRP report 467 / R.J. Dexter, M.J. Mutziger, C.B. Osberg; University of Minnesota. – Washington, D.C.: National Academy Press, 2002. – 92 p.
7. MAURER: сайт. – URL: <https://www.maurer.eu/ru/index.html> (дата обращения 12.05.2020). - Текст: электронный.
8. Mageba: сайт. – URL: <https://www.mageba-group.com/ru/ru/> (дата обращения 15.05.2020). – Текст: электронный
9. MAURER деформационные швы: Руководство по применению, монтажу и эксплуатации: Санкт-Петербург: ООО «Маурер Системс», 2009. – 21 с.
10. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Ефанов А.В., Старовойтов Г.В. Деформационные швы: перемещения от температур концов пролетных строений//Мир дорог, март 2009, №40, с.28- 29.