



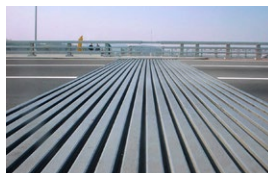
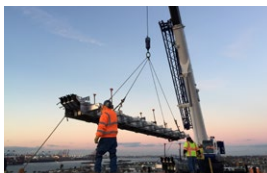
Деформационные швы

# Модульные деформационные швы mageba – эталон для больших перемещений



## TENSA<sup>®</sup> MODULAR Типы LR и LR-LS

проверенные, универсальные, малошумные



**mageba**



# Характеристики изделия

## Принцип

Работа деформационного шва TENSA® MODULAR основана на следующей концепции: деформационный зазор в конце пролётного строения разделяется на отдельные меньшие зазоры при помощи горизонтальных балок - ламелей. Это позволяет воспринимать перемещения более 2000 мм. Также обеспечивается возможность поворотов вокруг всех осей.

Зазоры между ламелями перекрываются водонепроницаемыми эластомерными профилями, что позволяет полностью отводить воду с поверхности. Взаимные перемещения ламелей регулируются при помощи системы контроля раскрытия зазоров.

Деформационные швы mageba TENSA® MODULAR обычно применяются в мостах с перемещениями свыше 80 мм.

Устройство на шве так называемых „синусных пластин“ позволяет снизить уровень шума при проезде через шов до 80%.

## Характеристики

Деформационные швы должны соответствовать жёстким требованиям на протяжении многих лет своего срока службы. Конструкция водонепроницаемого деформационного шва TENSA®MODULAR, изобретённого mageba, непрерывно совершенствовалась на протяжении последних десятилетий. Современный шов четвёртого поколения полностью отвечает этим высоким требованиям.

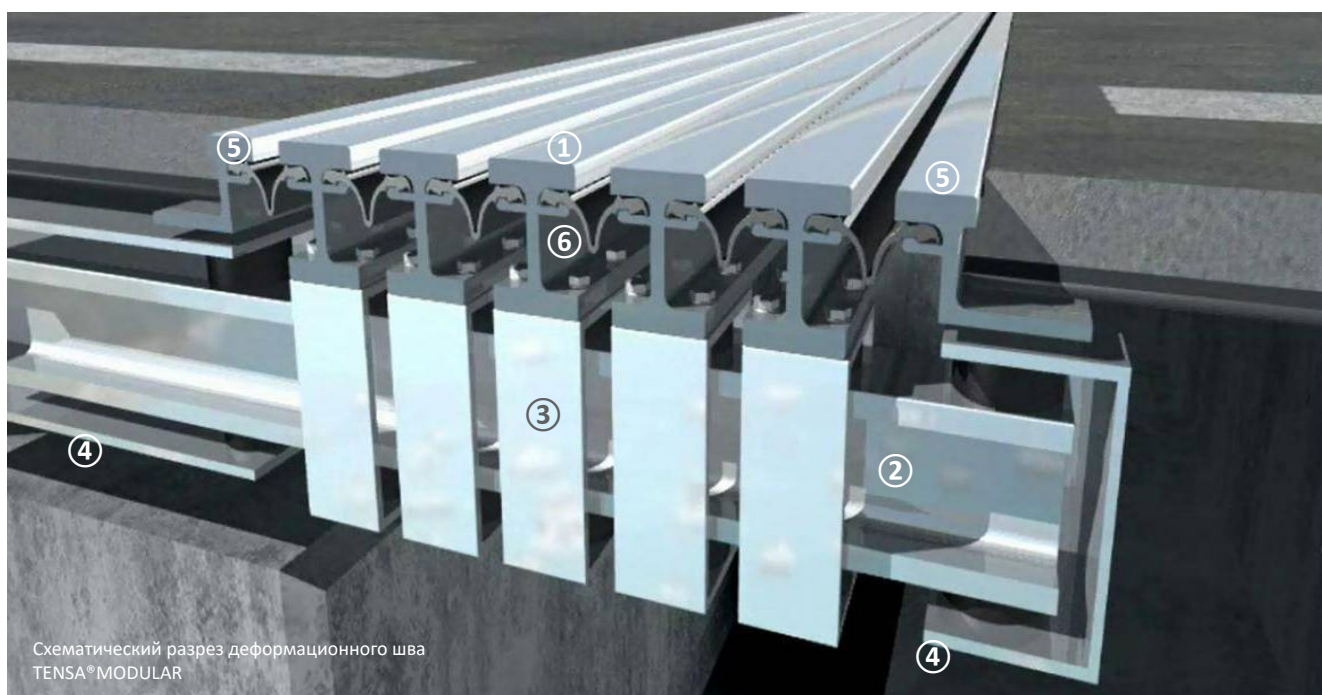
Деформационный шов TENSA® MODULAR был разработан (как это видно из названия) как модульная система из проверенных компонентов, набор которых зависит от назначения шва и, в первую очередь, от воспринимаемых перемещений.

Каждый зазор шва и находящийся в нём резиновый уплотнитель (компенсатор) позволяет воспринимать максимальное перемещение от 60 до 80 мм в зависимости от конкретных технических требований. Применение шумопоглощающих синусных пластин, имеющих болтовое крепление к поверхности ламелей и крайним профилям, увеличивает величину этих перемещений на

каждый зазор до 100 мм. Для специальных случаев, например сейсмического воздействия, возможно восприятие ещё больших перемещений. Максимальное перемещение шва определяет количество необходимых зазоров и ламелей.

## Элементы шва

Отдельные ламели ① опираются и перемещаются по траверсам ② при помощи рамок ③ через которые проходит траверса. Траверсы опираются на траверсные короба ④, расположенные на сооружении с обеих сторон деформационного зазора. Траверсы и ламели опираются на высококачественные полимерные элементы и подвергаются предварительному напряжению эластомерными компонентами. Перемещения ламелей друг относительно друга и вдоль траверсы регулируются пружинами. Резиновые компенсаторы ⑤ соединяют ламели друг с другом и с крайними профилями ⑥, делая систему полностью водонепроницаемой.



Схематический разрез деформационного шва TENSA®MODULAR

# Преимущества для клиента

## Основные моменты

- Восприятие перемещений во всех направлениях и поворотов вокруг любой оси
- Абсолютно водонепроницаемая система с отводом воды в уровне поверхности сооружения
- Универсальность, возможность адаптации к любому конкретному сооружению
- Подходит для использования в любом типе мостов
- Состоит из надёжных и испытанных элементов
- Малошумная конструкция при применении синусных пластин

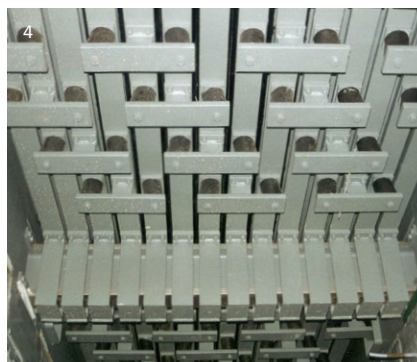
## Конструкция

- Отсутствие сварки во всех основных соединениях шва повышает его долговечность
- Все основные изнашиваемые элементы имеют болтовое крепление и могут быть легко заменены при необходимости без нарушения движения транспорта
- Для установки шва необходимы только сравнительно небольшие ниши с обеих сторон моста. Благодаря ассиметричной конструкции, шов может быть легко адаптирован для конкретных условий
- Расположение траверс параллельно оси пролётного строения упрощает армирование ниши для установки шва

## Функциональность

- Все элементы шва подвергаются предварительному напряжению эластичными компонентами, улучшая сопротивление усталости
- Эластичная система контроля раскрытия зазоров увеличивает долговечность всего шва благодаря демпфированию ударов от колес транспорта
- Преднапрягаемые элементы шва демпфируют вибрации и воздействия, и облегчают восприятие больших поперечных перемещений, вертикальных отклонений и поворотов. Синусные пластины уменьшают уровень шума при проезде через шов до 80%, делая шов подходящим для установки в населённых пунктах и других местах, где требуется снижение шума

- 1 Установка шва на мосту Run Yang
- 2 Деформационный шов TENSA®MODULAR с синусными пластинами при эксплуатации
- 3 Установленный шов с 24-мя зазорами для восприятия перемещений в 1'920 мм и весом 41'000 кг
- 4 Система контроля раскрытия зазоров с пружинами и соединительными пластинами
- 5 Ниша до бетонирования





# Перемещения

## Перемещения шва

Деформационный шов mageba TENSA® MODULAR позволяет перемещения во всех направлениях и повороты вокруг любой оси. Эластичная система контроля раскрытия зазоров может воспринимать большие поперечные и вертикальные перемещения без возникновения значительных реакций.

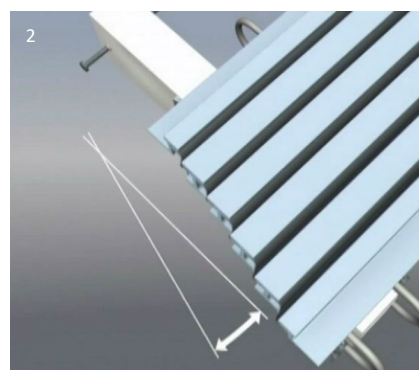
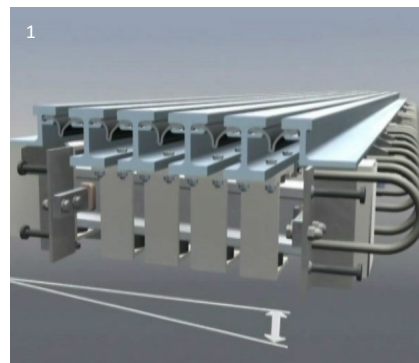
При необходимости коробка траверс могут быть трапециевидными, позволяя уравнивать воспринимаемые продольные и поперечные перемещения.

В этом случае траверсы могут поворачиваться под углом до 45° к оси моста. Эта простая геометрическая адаптация является важным преимуществом шва TENSA®MODULAR: функциональность и конструкция всей системы остаются неизменными при малых и больших поперечных перемещениях сооружения.

В таблицах ниже приведены максимальные значения перемещений шва TENSA®MODULAR в продольном и поперечном направлениях. Поперечные перемещения даны при полностью закрытых зазорах.

## Косое расположение и косые перемещения

Деформационные швы обычно устанавливаются перпендикулярно оси моста, а их продольные перемещения параллельны той же оси. Возможно также разработать конструкцию шва для установки на косине (т.е. не перпендикулярно оси моста) или для восприятия косых продольных перемещений (не параллельных оси моста). В таких случаях траверсы могут быть ориентированы или параллельно оси моста, или перпендикулярно оси шва.



- 1 Возможность восприятия вертикальных перемещений
- 2 Возможность восприятия поперечных перемещений

Тип	Количество зазоров	Тип LR (без синусных пластин)		Тип LR-LS (с синусными пластинами)	
		Макс. продольное перемещение	Макс. поперечное перемещение	Макс. продольное перемещение	Макс. поперечное перемещение*
[-]	[-]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
LR 2	2	160	± 80	200	± 0
LR 3	3	240	± 120	300	± 0
LR 4	4	320	± 160	400	± 0
LR 5	5	400	± 200	500	± 4
LR 6	6	480	± 240	600	± 9
LR 7	7	560	± 280	700	± 13
LR 8	8	640	± 320	800	± 17
LR 9	9	720	± 360	900	± 22
LR 10	10	800	± 400	1'000	± 26
LR 11	11	880	± 440	1'100	± 30
LR 12	12	960	± 480	1'200	± 34
LR 13	13	1'040	± 520	1'300	± 39
LR 14	14	1'120	± 560	1'400	± 43
LR 15	15	1'200	± 600	1'500	± 47

(Размеры для больших и промежуточных перемещений предоставляются по запросу)

\*) значения могут быть существенно увеличены при уменьшенных продольных перемещениях

# Детали конструкции

## Опорная система и соединение элементов

Ламели шва крепятся к расположенным ниже траверсам при помощи рамок, через которые проходят траверсы. В свою очередь траверсы опираются на короба траверс, расположенные с обоих торцов шва. Таким образом, вся система опирается и соединяется надежно и эластично, обеспечивая при этом требуемые перемещения.

## Материал скольжения ROBO®SLIDE

Для скользящих элементов с повышенными нагрузками или перемещениями, mageba использует ROBO®SLIDE, современную альтернативу традиционному PTFE. Материал является модифицированным полиэтиленом с очень высоким молекулярным весом, обеспечивающим высокую несущую способность, минимальное трение и необычайную стойкость к износу. Увеличенный срок службы элементов шва из данного материала значительно снижает необходимые затраты на эксплуатацию.

## Размеры ниш

Размеры ниш в конструкции моста, необходимых для размещения деформационных швов различных размеров, а также вес погонного метра шва, приведены в таблицах ниже. Значения B1 и B2 приведены для шва с подвижной и

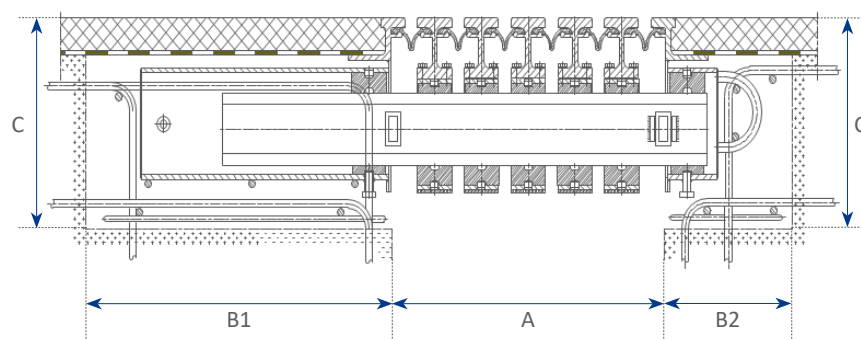
неподвижной сторонами, как указано на разрезе. В качестве альтернативы шов может проектироваться для восприятия перемещений с обеих сторон. В этом случае общее продольное перемещение может быть разделено между двумя сторонами, с уменьшением размера B1 и увеличением размера B2 соответственно. Точные значения предоставляются по запросу.

## Система контроля раскрытия зазоров

Эластомерные пружины контролируют перемещение отдельных ламелей и заставляют их работать как единую кинематическую систему. Перемещение каждой ламели относительно соседних регулируется жёстким кронштейном,

жёстко закреплённым к самой ламели и с помощью управляющих пружин - к соседним. С каждой стороны шва система управления раскрытием шва присоединяется к пролётному строению через короб. Таким образом, общее перемещение шва распределяется между зазорами, а силы торможения и ускорения, возникающие в результате движения транспорта, упруго демпфируются.

Эластичность системы контроля предотвращает повреждения шва при блокировке отдельных зазоров камнями или грязью. Конструкция обеспечивает отсутствие поперечных напряжений в пружинах при среднем положении шва, что уменьшает усталость и увеличивает срок службы шва.



Разрез деформационного шва типа LR6

Тип	Тип LR (без синусных пластин)						Тип LR-LS (с синусными пластинами)					
	A <sub>min</sub>	A <sub>max</sub>	B1	B2	C*	Вес	A <sub>min</sub>	A <sub>max</sub>	B1	B2	C*	Вес
[ - ]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[кг/м]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[кг/м]
LR 2	140	300	400	300	400	150	140	340	450	350	450	190
LR 3	220	460	480	300	400	240	220	520	550	350	450	310
LR 4	300	620	560	300	400	330	300	700	650	350	470	430
LR 5	380	780	640	300	420	420	380	880	750	350	470	560
LR 6	460	940	720	300	420	510	460	1'060	850	350	470	670
LR 7	540	1'100	800	300	420	600	540	1'240	950	350	490	790
LR 8	620	1'260	880	300	440	690	620	1'420	1050	350	510	910
LR 9	700	1'420	960	300	460	790	700	1'600	1'150	350	530	1'040
LR 10	780	1'580	1'040	300	480	900	780	1'780	1'250	400	560	1'190
LR 11	860	1'740	1'120	300	510	1'020	860	1'960	1'350	400	580	1'350
LR 12	940	1'900	1'200	300	510	1'140	940	2'140	1'450	400	580	1'500
LR 13	1'020	2'200	1'330	350	560	1'230	1'020	2'320	1'550	400	610	1'660
LR 14	1'200	2'360	1'410	350	560	1'320	1'200	2'600	1'650	400	640	1'810
LR 15	1'320	2'520	1'490	350	590	1'400	1'320	2'820	1'750	400	640	1'970

Размеры для больших и промежуточных перемещений предоставляются по запросу

\*) минимальное значение высоты ниши соответствует высоте дорожной одежды в 70 мм



# Тестирование и дополнительные опции

## Лабораторные тестирования

Деформационный шов TENSA® MODULAR доказал свои качества при многократных испытаниях независимыми организациями. Например, долговечность и прочность шва были подтверждены тестом на 6x106 циклов нагружения, который он прошел без появления следов усталости.

Отдельно были протестированы все критические компоненты и их материалы, такие как эластомеры и поверхности скольжения.

В ходе теста на раскрытие и вибрации (OMV) по американским стандартам, шов показал свою пригодность по программе, воспроизводящей условия работы в течение 100 лет, в том числе раскрытие-закрытие от температуры и вибрации от транспорта, действующих на шов в течение этого срока.

Также на шве типа LR7 были проведены интенсивные испытания на работу при сейсмическом воздействии, требования которых превышали американские стандарты, и с дополнительным воспроизведением реального землетрясения Northridge с магнитудой 6,7 и перемещениями основания 1,2 м/с, разрушившего инфраструктуру в некоторых частях Калифорнии в 1994 году. Шов прошёл испытания без каких-либо повреждений, отчетливо демонстрируя способность быстро восприятия разнонаправленных перемещений и поворотов.

Видео испытаний доступно на сайте [www.mageba-group.com](http://www.mageba-group.com).

## Национальные одобрения

Деформационный шов TENSA® MODULAR имеет многочисленные национальные допуски для применения во многих странах мира – например допускается его применение по немецкому стандарту TL/TP-FÜ 03 или австрийскому стандарту RVS 15.45.

## FUSE-BOX

В качестве дополнительного элемента этот антисейсмический короб (FUSE-BOX) - предохраняет шов и примыкающую часть мостовой конструкции от сейсмических повреждений. Если стандартный шов (без FUSE-BOX) закрывается в случае сейсмического воздействия больше, чем предусмотрено, то он и части сооружения будут повреждены или разрушены. FUSE-BOX предотвращает такие повреждения, допуская предусматриваемое проектом разрушение примыкания шва к конструкции с одной из сторон. Благодаря наклонной поверхности разрушения примыкания, после землетрясения шов возвращается в проектное положение обеспечивая работу спасательных служб для устранения последствий землетрясения.

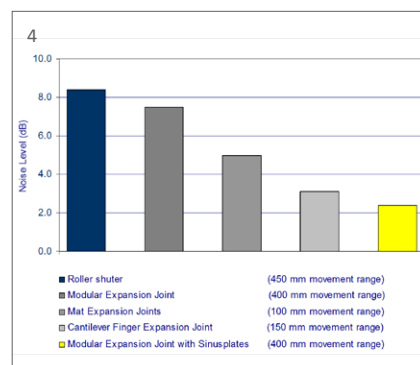
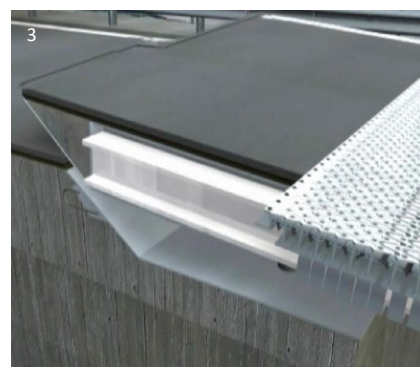
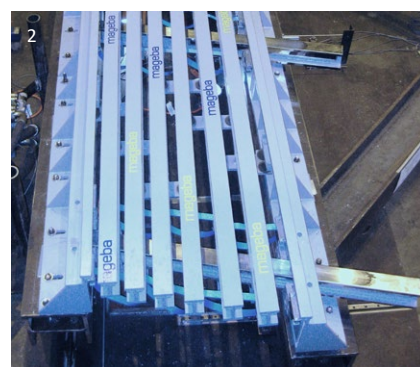
Использование FUSE-BOX позволяет оптимизировать конструкцию шва, для обеспечения способности восприятия нагрузки в исключительных случаях, и, соответственно, уменьшить его стоимость.

## Синусные пластины

Использование “синусных пластин” понижает шум от проезжающего транспорта до 80% за счет перекрытия поперечных зазоров в проезжей части. Колеса транспортных средств таким образом при проезде остаются в постоянном контакте с поверхностью шва, что исключает шум от ударов о край. Особенная форма синусных пластин также позволяет велосипедистам и мотоциклистам безопасно пересекать шов. Швы TENSA®GRIP с синусными пластинами идеальны для использования в мостах вблизи населённых пунктов и других объектах, где требуется снижение шума.

Болтовое крепление синусных пластин (взамен сварки) к поверхности профилей позволяет при необходимости легко заменить резиновый компенсатор.

- 1 Тест на усталость шва LR
- 2 Сейсмическое тестирование шва LR
- 3 FUSE-BOX во время землетрясения
- 4 Сравнение уровней шума, создаваемого транспортом при проезде через швы разного типа (жёлтым: модульный шов с синусными пластинами)



# Материалы и установка

## Материалы

Следующие высококачественные материалы используются в стандартной конструкции деформационных швов TENSA®MODULAR:

- Ламели и траверсы выполнены из стали S355; по требованию возможно изготовление гибридных ламелей с применением нержавеющей стали
- Синусные пластины выполнены из стали S355
- Резиновые компенсаторы - из EPDM или CR
- Пружины управления, скользящие пружины и опорные части из эластомера, PTFE (фторопласт) и полиамида.
- Специальный высококачественный материал ROBO®SLIDE для скользящих пружин и опорных частей для особо сложных условий

## Антикоррозионная защита

Стандартная антикоррозионная защита стальных профилей выполняется по ISO 12944, при необходимости - по соответствующему национальному стандарту (например, ZTV-ING, ASTRA, RVS, ACQPA).

## Водонепроницаемость

Деформационный шов TENSA®MODULAR обладает 100% водонепроницаемостью благодаря специальному резиновому компенсатору mageba. Компенсатор доказал свою долговечность во множестве мостов на протяжении десятилетий. Он имеет 5 изолирующих точек контакта, которые предотвращают проникновение воды через шов. При механическом повреждении, резиновый компенсатор легко можно заменить.

## Сборка и транспортировка

Деформационные швы mageba TENSA®MODULAR собираются на заводе и подготавливаются для транспортировки на объект. В общем случае они могут транспортироваться целиком, но также могут иметь монтажные стыки для соединения участков на объекте. Для разгрузки и установки требуется кран.

## Установка

В частности, установку больших швов TENSA®MODULAR следует производить под контролем представителя или монтажника mageba. Перед установкой Заказчику необходимо проверить ширину зазора и температуру, сделать предустановку на соответствующую температуру. После этого выставить шов в проектный уровень.

## Пешеходная зона и торцы шва

По краям пролётного строения, например, на тротуаре, швы TENSA®MODULAR могут в точности повторять форму бордюрного блока, а также быть оснащены покрывающими листами для безопасности и комфорта пешеходов и велосипедистов.

## Армирование для крепления шва

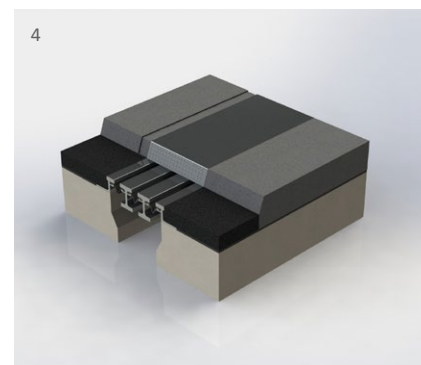
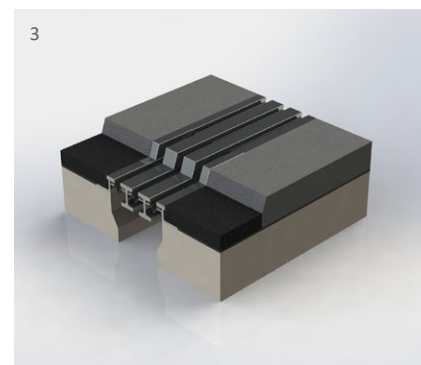
Армирование части пролётного строения, примыкающей ко шву, должно быть запроектировано и выполнено в соответствии с применяемыми нормативными документами для ж/б конструкций. Обычно петлевые анкеры устраиваются перпендикулярно шву, но при необходимости, привариваются под любым углом. Под коробами траверс требуется дополнительное армирование для предотвращения растрескивания.

## Эксплуатация и обслуживание

При нормальных условиях эксплуатации деформационные швы TENSA®MODULAR практически не требуют обслуживания. Открытие и закрытие шва в сочетании с постоянным проездом транспорта по шву создают эффект самоочищения.

Проверка шва может, таким образом заключаться в осмотре шва для обнаружения следов коррозии и протечек одновременно с регулярным осмотром основного сооружения. Для раннего обнаружения признаков износа или повреждения, однако, рекомендуется раз в пять лет проводить полное обследование в соответствии с действующим регламентом по обследованию и эксплуатации mageba. Эти проверки при необходимости могут быть выполнены специалистами mageba, что является дополнительной услугой.

Все изнашиваемые детали являются стандартными и могут быть быстро заменены при помощи простых инструментов при наличии доступа снизу шва, таким образом не оказывая влияния на движение.



- 1 Транспортировка модульного деформационного шва
- 2 Установка модульного деформационного шва
- 3 Пешеходная зона с бордюрным блоком
- 4 Пешеходная зона с переходной плитой



# Качество и поддержка

## Сопутствующие продукты

Следующие продукты mageba могут быть использованы совместно с модульными швами TENSA®MODULAR:

- **ROBO®DUR:** Армирующие ребра из специальной смеси, которые усиливают асфальт в зоне примыкания ко шву. Это уменьшает колеиность, увеличивая комфорт проезда и долговечность шва.
- **ROBO®MUTE:** система звукоизоляции, состоящая из поглощающих шум матов, размещенных под швом и на его концах для уменьшения уровня шума
- **ROBO®GRIP:** противоскользящее покрытие с высоким коэффициентом трения, предотвращающее проскальзывание колёс транспорта на влажной поверхности
- **STATIFLEX®:** Укрепляющая полоса быстротвердеющего полимерного бетона вдоль шва, которая уменьшает (колеиность), увеличивая комфорт проезда через шов и долговечность шва
- **ROBO®CONTROL:** основанная на применении сенсоров электронная система мониторинга, которая может выполнять одновременно несколько функций, например, постоянные измерения и передачу данных о перемещениях в шве и других факторах, которые на него воздействуют

## Качество

100% водонепроницаемый модульный деформационный шов был изобретён mageba в 1960х годах. За пять десятилетий швы mageba TENSA®MODULAR доказали свое превосходство на тысячах объектах в самых суровых условиях. Помимо свойств самого продукта, свой вклад в его высокое качество и долговечность вносит богатый опыт производственного персонала и монтажников.

В mageba введена процессно-ориентированная система контроля качества по ISO 9001:2008. Качество также регулярно проверяется независимыми организациями, такими как Институт тестирования материалов (MPA) г. Штутгарт и Университет г. Инсбрук. Заводы mageba сертифицированы в соответствии со стандартами по сварке (ISO 3834-2) и изготовлению металлоконструкций (EN 1090).

## Служба поддержки

Наши специалисты по продуктам будут рады оказать Вам консультации по выбору оптимального решения для Вашего проекта и предоставить Вам смету.

На нашем сайте [mageba-group.com](http://mageba-group.com) Вы найдете дополнительную информацию о продукции, включая тендерную документацию и перечень ссылок.



1



2

- 1 Мост Tsing Ma, Гон Конг  
Шов TENSA®MODULAR тип LR25 в эксплуатации с 1996 года
- 2 Мост Storebaelt West, Дания  
Шов TENSA®MODULAR тип LR15 в эксплуатации с 1994 года

## Проекты, выполненные с применением швов TENSA®MODULAR типа LR



Golden Ears Bridge (CA)



Incheon Bridge (KR)



Ba Lin He Bridge (CN)



Talübergang Lavant (AT)



Pont de Normandie (FR)



Ganterbrücke (CH)

## Типы деформационных швов mageba



Однопрофильный шов



Консольный пальчиковый шов



Скользкий пальчиковый шов



Модульный ДШ

**mageba**  
mageba-group.com

engineering connections®