

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 624.21.09.078.32

К. И. СОЛДАТОВ<sup>1\*</sup>, С. В. КЛЮЧНИК<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Кафедра «Мосты», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (096) 527 26 01, эл. почта kim-kim@i.ua

<sup>2</sup> ОНИЛ искусственных сооружений, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38(050) 6674049, ORCID 0000-0001-7771-8377

### ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ШОВ С УПРУГИМ КОМПЕНСАТОРОМ

**Цель.** Целью данной работы является разработка деформационного шва для городских автодорожных и железнодорожных мостов простого в изготовлении и небольшой стоимости. **Методика.** Для достижения поставленной цели использовались доступные материалы и своеобразная конструкция с упругим компенсатором. **Результаты.** Предложены деформационные швы с упругим компенсатором, которые пригодны для городских мостов с ограниченной длиной пролетных строений, а также для железнодорожных с ездой на балласте. **Научная новизна.** В предложенной конструкции деформационного шва использован арочный эффект работы самого упругого компенсатора. **Практическая значимость.** Предложенная конструкция имеет малую стоимость, легко монтируется и проста в эксплуатации. В условиях экономического кризиса и текущего состояния большого количества дефектных швов на мостах страны появляется возможность исправления данных дефектов по сравнительно малой цене.

**Ключевые слова:** монтаж; деформация; пролетные строения; резинометаллическая лента; упругий компенсатор

#### Введение

Большинство деформационных швов не являются водонепроницаемыми, поэтому вода свободно проникает в деформационный зазор, приводя к замораживанию торцов пролетных строений, опорных частей и опор, что способствует быстрому износу перечисленных элементов моста, их повреждению или снижению несущей способности и долговечности. Этот недостаток является настолько существенным, что требует существенного усложнения конструкции. Первые водонепроницаемые деформационные швы были выполнены с применением резиновых трубок, герметизирующих стык пролетных строений и воспринимающих продольные перемещения концов пролетных строений. Таким образом, к задаче обеспечения комфортного проезда транспорта над деформационным зазором моста, изначально стоящей перед деформационными швами, была добавлена еще одна функция – обеспечение герметичности зазора между пролетными строениями. Тем не менее, несмотря на непрерывное видоизменение конструкций деформационных швов, они все еще оставались и остаются одним из самых уязви-

мых мест мостового полотна автодорожных мостов. С течением времени, к деформационным швам стали предъявляться все новые и новые требования, а уже существовавшие, уже сточались. В современном мостостроении по отношению к конструкциям деформационных швов выдвигаются достаточно жесткие требования, охватывающие все аспекты работы деформационных швов, предписывающие разработчику предусматривать в первую очередь нетрудоёмкий процесс монтажа, минимальный объем работ по обслуживанию и ремонту конструкций деформационных швов, сокращение стоимости. Именно с этих позиций деформационный шов должен быть конструктивно простой, надежный, имеющий малую изначальную стоимость и минимальный объем работ по его устройству и обслуживанию их работы в процессе эксплуатации.

#### Цель

Найти конструкцию деформационного шва, который удовлетворял-бы современные требования и был прост в изготовлении и недорогой.

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

**Методика**

Проектировщики мостовых сооружений выдвигают требования универсальности конструкций деформационных швов, позволяющих применять ту или иную систему без изменений (или с незначительными изменениями) на мостах различной конструктивной схемы, габарита, при любой конструкции мостового полотна и при применении пролетных строениях, изготовленных из различных материалов. Диапазон типоразмеров деформационных швов должен согласовываться с перемещениями пролетных строений, исходя из наиболее часто встречающихся конструкций пролетных строений мостов, их размеров и используемых материалов. Установочные размеры деформационных швов должны обеспечивать размещение его в пролетных строениях, а влияние деформационного шва на несущую способность и динамический режим пролетных строений должно быть сведено к минимуму, как и масса. Сопротивление перемещению пролетных строений со стороны деформационных швов должно быть незначительным (либо отсутствовать вообще). Передача нагрузок, воспринимаемых деформационными швами, на конструкции пролетных строений должна происходить без образования локальных участков концентрации напряжений. С учетом вышесказанного сформулированы и практически узаконены следующие требования к конструкции современного деформационного шва:

- обеспечение безопасности и комфортности движения;
- низкая шумовая эмиссия деформационного шва (особенно в городских условиях);
- соблюдение экологических требований;
- эстетичность конструкции (не должен выглядеть чрезмерно выделяющейся, массивной конструкцией, выглядеть «лишней» деталью на мосту);
- способность воспринимать расчетные перемещения по всем их направлениям и видам;
- высокая прочность конструкции деформационного шва и ее элементов при статических и динамических нагрузках;
- надежность и долговечность конструкций деформационных швов (обеспечивать расчетный срок службы 50 лет, легко заменяться во время капитального ремонта, сохранять работоспособность в расчетном диапазоне темпера-

тур, при данной грузонапряженности, скорости движения транспорта и классе временной нагрузки).

- минимальное влияние деформационного шва на конструкции моста за счет более ровной поверхности проезда деформационного шва, отсутствия перепадов высот, применения скошенных и скругленных кромок элементов, повышения жесткости продольных несущих элементов деформационного шва;

- водонепроницаемость конструкций деформационных швов, выражающаяся не только в полной водонепроницаемости конструкций деформационных швов для нижележащих конструкций моста, но и в уменьшении (лучше – в исключении) воздействия воды на конструктивные элементы самого деформационного шва;

- простота эксплуатации;

- ремонтпригодность и простота монтажа конструкций деформационных швов (доступность основных элементов деформационного шва для их ремонта и замены; доступ к элементам должен обеспечиваться со стороны проезжей части; деформационные швы должны поставляться в максимальной заводской готовности; установка деформационных швов должна быть осуществима с наименьшими трудозатратами как правило в течение одной ночи;

- низкая стоимость конструкций деформационных швов (в отдельных случаях стоимость деформационных швов достигает 1,5% от сметной стоимости моста;

- универсальность конструкций деформационных швов.

Методические рекомендации [4] более подробно освещают требования к деформационным швам автодорожных и городских мостов.

Для более корректной оценки предлагаемого деформационного шва ниже приведено несколько его аналогов наиболее близко соответствующих предлагаемому.

1. Изобретение [5, 9] относится к мостостроению и может быть использовано при строительстве автодорожных и городских мостов. Данный аналог деформационного шва применяем на автодорожных и городских мостах закрытого типа с заполнением резинобитумной маститой и пеньковым канатом. Однако он имеет ряд недостатков. При эксплуатации происходит частичное разрушение асфальтового покрытия и защитного слоя. Вода просачи-

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

вається всередині шва і викликає гниіння пенкового каната. Образовані порожнечі заповнюються водою і в період сезонного замерзання-оттаивання руйнує латунний компенсатор і сам шов. Згідно даним середній термін експлуатації даного закритого деформаційного шва з заповненням резинобитумної мастики і пенковим канатом становить не більше 4...5 років.

2. Найближчим до винаходу за своєю суттю і досягнутому результату є закритий деформаційний шов автодорожніх мостів, що містить металевий компенсатор, заповнювач, шар мастики, гідроізоляційний матеріал [6]. Недоліками даної конструкції є великі об'єми складних монолітних бетонних робіт при монтажі на мосту, причому при температурних деформаціях пролітних строєнь в асфальтобетонному покритті вздовж шва утворюється тріщина, через яку в шов потрапляє волога. Через нерівності торця плити пролітного строєння не відбувається щільного прилягання елементів шва до країв балки або шкафної стінки. Вода проникає в компенсатор і руйнує його.

3. Винахід [10] відноситься до мостостроєння і може бути використано при будівництві автодорожніх і міських мостів. Деформаційний шов містить металевий компенсатор, заповнювач, шар мастики, гідроізоляційний матеріал, причому торці пролітних строєнь обшиті сталевими прокатними уголками, які прикріплені до конструкцій пролітного строєння за допомогою анкерних болтів. Компенсатор оснащений резиновою профілем, приклеєним до полків уголку на епоксидній мастичній, а поверх шов закритий двома шарами гідроізоляційного матеріалу, укладеного внахлест з можливістю ковзання, під шаром мастики. Даний шов має кілька слабких місць:

- металевий компенсатор є найбільш слабким місцем всіх швів і хоча він оснащений резиновою профілем це грає не позитивну, а негативну роль (під резиною волога зберігається довгий час, створюючи сприятливі умови для корозії компенсатора);
- прикріплення резинового профілю до металевих уголку на епоксидній мастичній ненадійно;
- використання як основи уголкової сталі з кріпленням її болтами до торця

пролітного строєння, незручно і ненадійно з точки зору можливості скола бетону торця і дуже складної заміни уголка і болтів кріплення при необхідності.

## Результати

Представлений в даній публікації деформаційний шов призначений для використання в автодорожніх і залізничних мостових спорудах з обмеженою довжиною пролітних строєнь, що продиктовано обмеженим діапазоном сприймаємих ними переміщень. Однак, враховуючи простоту конструкції, низьку ціну, простоту монтажу і експлуатації, він повинен знайти свого споживача.

Деформаційний шов містить гнучкий резинометалевий компенсатор, заповнювач із шару мастики, торці пролітних строєнь обшиті сталевим прокатним профілем Z – образної форми, які прикріплені до конструкцій пролітного строєння за допомогою анкерних болтів в вертикальній площині. Конструктивно даний шов відноситься до групи швів закритого типу з пружним компенсатором. Шов призначений для устроєння на автодорожніх і залізничних мостах, незалежно від ширини проїзної частини. Враховуючи, що для залізобетонних пролітних строєнь зазор між торцями становить 50 мм, можна, виходячи з формули розрахунку переміщення торця пролітного строєння визначити діапазон пролітних строєнь для даного типу шва.

В роботі [7] наведено дані сумарних горизонтальних переміщень сопрягаємих пролітних строєнь і інтервал змін температур. Якщо прийняти максимальне переміщення 35 мм (табл. 2 [7]), то згідно формули (1) можна визначити діапазон довжин пролітних строєнь, на яких можна застосовувати даний шов за формулою:

$$L = \frac{\Delta t}{\gamma_T \cdot \alpha \cdot \Delta T}, \quad (1)$$

де  $\gamma_T$  – коефіцієнт надійності для температурного впливу ( $\gamma_T = 1,2$ );  $\alpha$  – коефіцієнт лінійного розширення (для залізобетону можна прийняти  $\alpha = 1 \cdot 10^{-5}$ );  $\Delta T$  – інтервал змін розрахункових температур (для масивних ж/б – 59,2 °C по Києву);

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

$$L = \frac{0,035m}{1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 59,2} = 49,26 \text{ м.}$$

В отличие от рекомендованных нормами деформационных швов К8-55, 2К8-100, 3К8-150 и других аналогов, его отличие заключается в следующем.

1. Заполнение деформационного шва выполняется резиновой полосой (рис. 1) армированной кордом (металл или капроновая нить). Такое заполнение является долговечным, хорошо противостоит просачиванию воды и попаданию ее на конструктивные элементы мостового перехода (торцы балок пролетных строений, опорные части и опоры), что очень существенно.

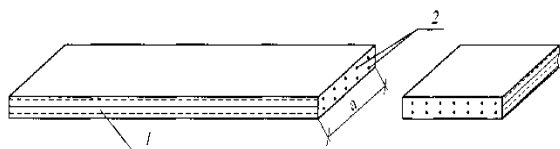


Рис. 1. Армированная лента в исходном состоянии:  
1 – резина, 2 – металлический трос

2. Для изготовления армированной резиновой полосы, как основной детали шва, пригодна существующая технология, с успехом применяемая для изготовления обычной транспортной ленты и хорошо себя зарекомендовавшая в сложных условиях эксплуатации.

3. Ширина и толщина полосы рассчитывается в зависимости от ширины деформационного зазора. С целью унификации полосы ее можно изготавливать нескольких типоразмеров, которые полностью перекроют заданный диапазон (50...200 мм). Можно принять следующие параметры полосы, которые приведены в табл. 1.

4. Упругие свойства резинометаллической полосы используются для создания арочного эффекта, который дает возможность полосе удерживаться в шве без крепления за счет упора в двух точках стыка вертикального ребра и горизонтальной полки прокатного профиля внизу. С завода полоса поступает в виде жгута (полоса необходимой ширины и толщины сложена вдвое в виде буквы П) обвязанного прочной нитью.

Таблица 1

## Ориентировочные рекомендуемые параметры полосы

Толщина полосы, мм	Толщина полосы в сложенном состоянии, мм	Ширина перекрываемого зазора, мм	Высота полосы в сложенном состоянии, мм	Высота полосы после установки в шов, мм
20,0	42...43	65...70	50...52	45...47
30,0	62...63	80...90	65...70	57...60
40,0	82...83	110...120	95...105	85...88
50,0	102...103	140...160	120...125	105...108
60,0	122...123	170...200	150...155	135...140

5. Для упора полосы используется профильный металл (уголок, швеллер, Z-образный) который крепится к торцу пролетного строения болтами, устанавливаемыми в горизонтальной или вертикальной плоскости. Болтовое крепление не является лучшим вариантом с тех позиций, что при периодических ударных нагрузках болтовое крепление расстраивается. В связи с этим рассмотрены несколько вариантов, когда уголок крепится к выпускам арматуры плиты пролетного строения на стадии изготовления пролетного строения или непосредственно на месте при помощи приварки к торцам шпилек как показано на рис. 2 или установлен-

ными анкерами в засверленные отверстия как показано на рис. 3.

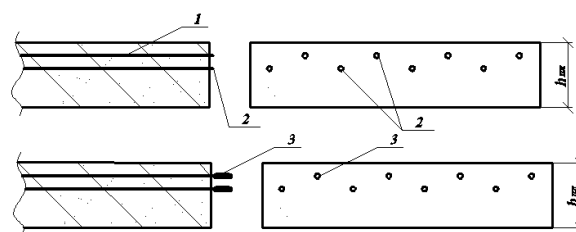


Рис. 2. Варианты крепления профильного металла к торцам пролетного строения:

1 – рабочая арматура; 2 – выпуски арматуры; 3 – шпильки с резьбой приваренные к торцам арматуры

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

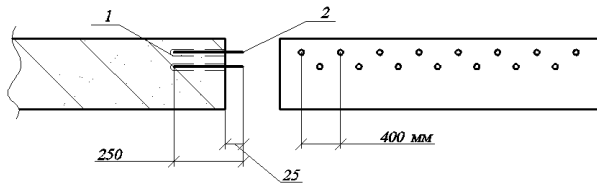


Рис. 3. Вариант установки анкеров к торцам пролетного строения:  
1 – перфорированные отверстия;  
2 – закладной анкер  $\varnothing 25$  мм

Минусом крепления упоров с горизонтально расположенными болтами является создаваемое неудобство при замене основания (трудности при замене закладного анкера).

Поэтому предлагается вариант крепления вертикально расположенными болтами упоров из выпускаемых промышленностью Z-образных профилей или изготовленных путем стыковки двух уголков или двух частей разрезанного соответствующим образом швеллера (рис. 4).

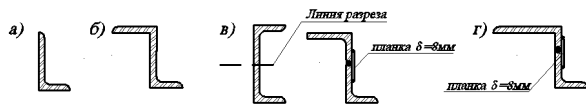


Рис. 4. Закладные детали:  
а – неравнобокий уголок; 2 – Z-образный профиль,  
3 – из разрезанного швеллера

Последовательность устройства деформационного шва данного типа показана на рис. 5.

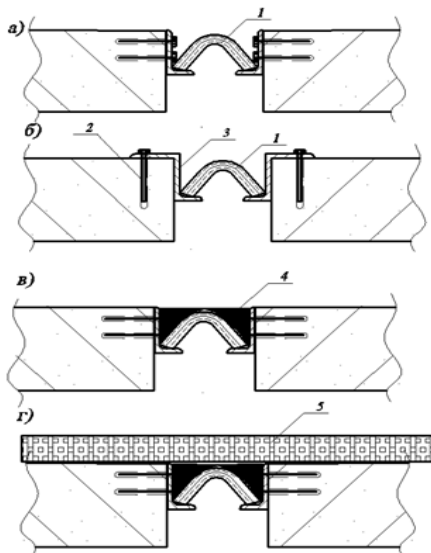


Рис. 5. Последовательность устройства деформационного шва:  
1 – резинометаллическая полоса; 2 – болты крепления;  
3 – Z-образных профиль; 4 – мастика;  
5 – асфальтобетонное покрытие

1. К торцам пролетных строений закрепляется основание в виде полосы из профильного металла: уголок, швеллер, Z-образный. Крепление выполняется шпильками, которые привариваются к выпускам арматуры (в горизонтальном направлении) или болтами (шпильками), закрепленными в горизонтальном или вертикальном положении в перфорированных отверстиях.

Для лучшей работы соединения под гайки устанавливаются гроверные шайбы и применяются специальные гайки с фиксацией положения шплинтами. Болт вместе с гайкой и шайбой покрывается горячим битумом для защиты от коррозии.

2. В образованный зазор вставляется резинометаллическая полоса из расчета, что ширина деформационного шва составляет 1,5...1,6 от ширины полосы в исходном состоянии как показано на рис. 6 (П-образная).

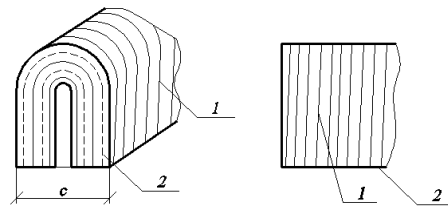


Рис. 6. Лента сложенная вдвое и обвязанная капроновой нитью:

1 – капроновая нить; 2 – резинометаллическая полоса

3. Производится перерезывание обвязки полосы, что приводит к ее расправлению и плотному прилеганию к основанию (см. рис. 5, а и б) (полка уголка, швеллера или Z-образного). Таким образом, полоса находится постоянно под предварительным напряжением и за счет арочного эффекта плотно удерживается в шве. Кроме того именно плотное прилегание исключает возможность просачивания влаги через шов. При изменении ширины раскрытия деформационного шва резинометаллическая полоса сжимается или распрямляется, постоянно обеспечивая герметичность шва за счет напряженного состояния сжатой резинометаллической полосы.

4. Сверху пустоты шва заполняется мастикой (см. рис. 5, в).

5. Окончательно шов закрывается укладкой сверху асфальтового покрытия (см. рис. 5, г).

При необходимости замены деформационного шва или ремонта (замена болтов, замена

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

основания или резинометаллической полосы) вырезается полоса асфальтового покрытия над швом по ширине шва; при помощи крючка полоса (если именно она подлежит замене) извлекается из шва; шов очищается от грязи и от коррозии; производится окраска металлических поверхностей; вставляется новая полоса. При необходимости замены крепления (болтов) или основания технология аналогичная (только асфальт удаляется локально над деталями крепления).

Еще более надежным является применение данного деформационного шва на железнодорожных мостах с железобетонными пролетными строениями с ездой на балласте. В этом случае перекрытый таким образом шов полностью устраняет возможность просыпания балласта и может обеспечивать значительные перемещения (в данном случае отсутствует возможность образования трещин в асфальтовом покрытии, как это может происходить в автодорожных мостах при значительных перемещениях). Устройство такого шва для данного типа пролетных строений под железнодорожную нагрузку приведено на рис. 7.

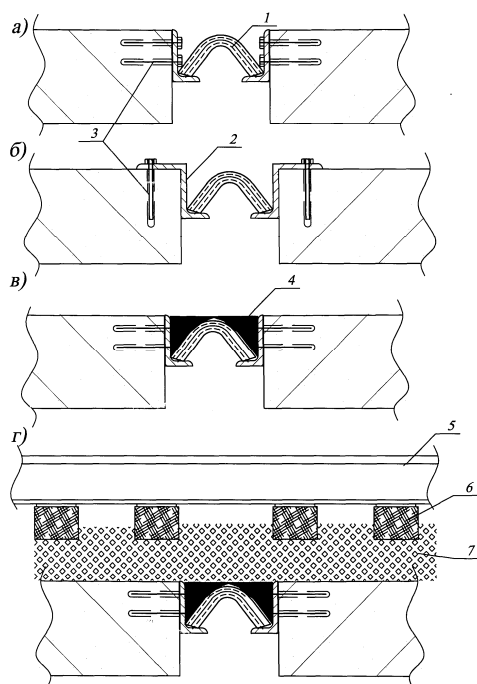


Рис. 7. Последовательность устройства деформационного шва на железнодорожных пролетных строениях:

- 1 – резинометаллическая полоса; 2 – Z-образный профиль;  
3 – болты крепления; 4 – мастика; 5 – рельс; 6 – шпалы;  
7 – балласт

## Выводы

Указанные деформационные швы и технология их устройства отвечает практически всем перечисленным ниже требованиям.

1. Безопасность и комфортность движения обеспечивается отсутствием видимых перемещающихся частей деформационного шва, а сам шов полностью закрыт. Безопасность гарантируется надежным закреплением основания к выпускам арматуры пролетного строения или к закладным деталям.

2. Низкая шумовая эмиссия обеспечена на 100 % за счет отсутствия трущихся или соприкасающихся металлических частей деформационного шва.

3. Соблюдение экологических требований обеспечивается невозможностью попадания на конструкции деформационного шва бензина, масел, а так же отсутствием не экологически чистых материалов в конструктивных элементах самого шва. Бензин, масла и другие сыпучие материалы могут попадать только на асфальтовое покрытие или балласт.

4. Эстетичность конструкции высокая, поскольку шов является невидимым и его поверхность не отличается от поверхности проезжей части.

5. Способность воспринимать расчетные перемещения по всем их направлениям обеспечена за счет упругих свойств резины компенсатора и мастики, которые способны передавать перемещения в любом направлении при деформации (такой шов предназначен для восприятия горизонтальных и поперечных деформаций).

6. Высокая прочность деформационного шва обеспечена высокой надежностью армирования транспортной ленты, которая предназначена именно для работы в очень сложных условиях постоянного движения и постоянных знакопеременных деформаций на транспорте. Металлические части шва имеют прочность, которая гарантирована расчетом (диаметр шпильки или болта, прочность сварного шва, соответствующие геометрические характеристики элементов основания).

7. Надежность и долговечность конструкции очевидно нельзя считать такой, которая обеспечивает рекомендуемые сроки эксплуатации, однако, учитывая незначительную стоимость данного шва и легкость замены, он должен за-

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

интересовать потребителя и найти широкое применение. Имеется опыт эксплуатации деформационного шва данной конструкции на мосту в течение 10 лет без ремонта, где установлено 42 шва (пролеты по 13,6 м).

8. Минимальное влияние деформационного шва на конструкции моста обеспечивается за счет простоты крепления основания и заполнения шва. Шов практически не передает значительных усилий на конструктивные элементы пролетного строения и никоим образом не соприкасается с иными элементами.

9. Водонепроницаемость обеспечена за счет плотного заполнения шва резинометаллической полосой, который при любых расчетных перемещениях торцов пролетных строений обеспечивает плотное прилегание полосы к основанию и таким образом исключает возможность просачивания воды через него и попадания на торцы пролетных строений, опорные части и опоры.

10. Простота эксплуатации неразрывно связана с надежностью (смотри п. 7). Конструкция шва настолько же проста, как и его эксплуатация, ремонт или замена. Шов может быть установлен, отремонтирован или заменен при соответствующей подготовке в течение короткого времени.

11. Ремонтопригодность и простота монтажа и демонтажа в данном случае не вызывает сомнений. Вряд ли можно назвать иной тип деформационного шва, который имеет такой высокий критерий ремонтпригодности и простоты монтажа и демонтажа.

12. Стоимость конструкций данного деформационного шва в сравнении с идентичными конструкциями настолько мала, что не нуждается в сравнении.

13. Универсальность. Конструкция данного деформационного шва является универсальной, однако, для определенного типа пролетных строений и ширины деформационного зазора.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи [Текст]. – Надано чинності 2010-03-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 66 с.
- ДБН В.2.3-6:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування [Текст]. – Надано чинності 2010-03-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 42 с.
- ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Текст]. – Надано чинності 2007-02-01. – Київ : Мін. буд., архіт. та житл.-комун. госп-ва, 2006. – 359 с.
- Методические рекомендации по проектированию и устройству конструкций деформационных швов в автодорожных и городских мостах и путепроводах [Текст] – Москва, 1982.
- Шестериков, В. И. Содержание и ремонт мостов и труб на автомобильных дорогах [Текст]. – Москва : Транспорт, 1976. – 25 с.
- ОДМ 218.2.025-2012. Деформационные швы мостовых сооружений на автомобильных дорогах [Текст]. – Введ. 2012-07-08. – Москва : Росавтодор, 2012. – 86 с.
- Ефанов, А. В. Деформационные швы автодорожных мостов. Особенности конструкции и работы [Текст] : Уч. пособие / А. В. Ефанов, И. Г. Овчинников, В. И. Шестерников, В. Н. Макаров. – Саратов : Саратовский гос. техн. ун-т, 2005. – 116 с.
- Пат. 2136810. Закрытый деформационный шов автодорожных и городских мостов / Биккулов А. К. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/213/2136810.html>
- Пат. 2122064. Деформационный шов автодорожного моста / Куракин П. П., Коротин В. Н., Чаленко В. В., Поспелов В. М., Онищук В. М., Дударев С. В. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/212/2122064.html>
- Пат. 2087615. Деформационный шов / Шмидт Г. Г., Зеленкин В. В., Михеев И. В. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/208/2087615.html> © FindPatent.ru – патентный поиск, 2012-2016
- Солдатов, К. И. Порівняльний розрахунок класу залізничної залізобетонної прогонової будови моста [Текст] / К. И. Солдатов, М. К. Журбенко, С. В. Ключник, А. В. Гармаш // Мости та тунелі : теорія, дослідження, практика. – 2012. – Вип. 3. – С.194-198.
- Ефанов, А. В. Основные требования, предъявляемые к современным конструкциям деформационных швов мостовых сооружений [Текст] / А. В. Ефанов // Проблемы железнодорожного транспорта в условиях реформирования отрасли: сб. тезисов докладов науч.-практ. конф Саратов: ОАО «Приволжское книжное издательство», 2004. – С. 34-36.
- Овчинников, И. Г. Деформационные швы автодорожных мостов [Текст] : учеб. пособие / И. Г. Овчинников, В. В. Раткин, В. Н. Макаров, А. А. Пискунов. – Казань : КГСА, 2003. – 137 с.

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

К. І. СОЛДАТОВ<sup>1\*</sup>, С. В. КЛЮЧНИК<sup>2</sup><sup>1\*</sup> Кафедра «Мости», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (096) 527 26 01, ел. пошта kim-kim@i.ua<sup>2</sup> ГНДЛ штучних споруд, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38(050) 6674049 ел. пошта ssser05@ukr.net, ORCID 0000-0001-7771-8377

## ДЕФОРМАЦІЙНИЙ ШОВ З ПРУЖНИМ КОМПЕНСАТОРОМ

**Мета.** Метою даної роботи є розробка деформаційного шва для міських автодорожніх і залізничних мостів простого у виготовленні і невеликій вартості. **Методика.** Для досягнення поставленої мети використовувалися доступні матеріали і своєрідна конструкція з пружним компенсатором. **Результати.** Запропоновано деформаційні шви з пружним компенсатором, які придатні для міських мостів з обмеженою довжиною прогонових будов, а також для залізничних з їздом на баласті. **Наукова новизна.** У запропонованій конструкції деформаційного шва використаний аروحний ефект роботи самого пружного компенсатора. **Практична значимість.** Запропонована конструкція має малу вартість, легко монтується і проста в експлуатації. В умовах економічної кризи і поточного стану великої кількості дефектних швів на мостах країни з'являється можливість виправлення даних дефектів по порівняно малою ціною.

*Ключові слова:* монтаж; деформація; прогонові будови; гумо металева стрічка; пружний компенсатор

KIM SOLDATOV<sup>1\*</sup>, SERGEY KLUCHNIK<sup>2</sup><sup>1\*</sup> Bridges Department, Dnepropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (096) 527 26 01, e-mail kim-kim@i.ua<sup>2</sup> Industrial research laboratory of artificial structures, Dnepropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (050) 667 40 49, ORCID 0000-0001-7771-8377

## EXPANSION JOINT WITH ELASTIC COMPENSATOR

**Purpose.** The purpose of given research is the development of the expansion joint for city highway and railway bridges that is both easily manufactured and cheap. **Methodology.** To reach the set goal available materials and specific design with elastic compensator were used. **Findings.** Expansion joints with elastic compensator that are applicable for the city bridges with limited span length and for railway bridges with ballasted bridge deck were proposed. **Originality.** Proposed design of the expansion joint uses the arch effect of the elastic compensator itself. **Practical value.** Proposed design has a low cost, is easy in the installation and easy in the operation. In the conditions of economic crisis and current state of the large number of defective expansion joints on the bridges of the county, the possibility arises to fix these flaws in quite a low cost.

*Keywords:* installation; deformation; span; rubber-steel strip; elastic compensator

## REFERENCES

1. *DBN V.1.2-15-2009. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Navantazhennya i vplyvy* [State Standard V.1.2-15-2009. Transport constructions. Bridges and pipes. Loads and effects]. Kyiv, Minrehionbud Ukrayiny Publ., 2006. 66 p.
2. *DBN V.2.3-6-2009. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennya i vyprobuvannya* [State Standard V.2.3-6-2009. Transport constructions. Bridges and pipes. Inspection and testing]. Kyiv, Minrehionbud Ukrayiny Publ., 2009. 42 p.
3. *DBN V.2.3-14-2006. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Pravyla proektuvannya* [State Standard V.2.3-14-2006. Transport constructions. Bridges and pipes. Design rule]. Kyiv, Ministerstvo budivnytstva, arkhitektury i zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Publ., 2006. 359 p.
4. *Metodicheskie rekomendatsii po proektirovaniyu i ustroystvu konstruktsiy deformatsionnyih shvov v avtodorozhnyih i gorodskih mostah i puteprovodah* [Guidelines for the design and construction of the device joints in highway and city bridges and overpasses]. Moscow. 1982
5. Shesterikov V. I. *Soderzhanie i remont mostov i trub na avtomobilnyih dorogah* [Maintenance and repair of bridges and pipes on the roads]. Moscow. Transport Publ., 1976. 25 p.



## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

6. ODM 218.2.025-2012 *Deformatsionnyie shvyi mostovyih sooruzheniy na avtomobilnyih dorogah* [Expansion joints of bridges on the roads]. Moscow, Rosavtodor Publ., 2012. 86 p.
7. Efanov A. V., Ovchinnikov I. G., Shesternikov V. I., Makarov V. N. *Deformatsionnyie shvyi avtodorozhnyih mostov. Osobennosti konstruksii i raboty* [Expansion joints of highway bridges. Features of the construction and operation]. Saratov, Saratovskiy gosudarstvennyiy tehnikeskii universitet Publ., 2005. 116 p.
8. Bikkulov A. K. Zakryitiy deformatsionnyiy shov avtodorozhnyih i gorodskih mostov. Pat. 2136810. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/213/2136810.html>
9. Kurakin P. P., Korotin V. N., Chalenko V. V., Pospelov V. M., Onischuk V. M., Dudarev S. V. *Deformatsionnyiy shov avtodorozhnogo mosta*. Pat. 2122064 Available at : <http://www.findpatent.ru/patent/212/2122064.html>
10. Shmidt G. G., Zelenkin V. V., Miheev I. V. Deformatsionnyiy shov. Pat. 2087615. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/208/2087615.html> © FindPatent.ru – patentnyiy poisk, 2012-2016
11. Soldatov K. I., Zhurbenko M. K., Klyuchnik S. V., Garmash A. B. Porivnyalnyi rozrakhunok klasu zaliznichnoyi zalizobetonnoyi progonovoyi budovi mosta. *Mosty ta tuneli : teoriya, doslidzhennja, praktyka – Bridges and tunnels : theory, research, practice*, 2012, Issue. 3, pp. 194-198.
12. Efanov A.V. Osnovnyie trebovaniya, pred'yavlyaemyie k sovremennym konstruksiyam deformatsionnyih shvov mostovyih sooruzheniy. Problemy zheleznodorozhnogo transporta v usloviyah reformirovaniya otrasli: *Sbirnyk. tezisov dokladov nauch.-prakt. konf Saratov*. [The main requirements for modern construction expansion joints of bridges. Problems of the railway transport in the conditions of reforming the industry: a collection of abstracts of scientific and practical conference Saratov] OAO «Privolzhskoye publishing house», 2004, pp. 34-36.
13. Ovchinnikov I. G., Ratkin V. V., Makarov V. N., Piskunov A. A. Deformatsionnyie shvyi avtodorozhnyih mostov: ucheb. posobie [Expansion joints of road bridges]. Kazan: KGSA Publ., 2003. 137 p.

*Стаття рекомендована к публікації д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Україна), д.т.н., проф. А. І. Лантухом-Лященко (Україна).*

Поступила в редколлегию 17.10.2015.

Принята к печати 21.12.2015.