

UDC 624.21:001.891

## Bridges Expansion Joints

Sergey W. Kozlachkow

Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Sochi Branch, Russia  
Chekmeneva Street 5, Sochi city, Krasnodar Krai, 354024  
PhD student  
E-mail: qwer63@bk.ru

**Abstract.** The survey is concerned with the expansion joints, used in bridge constructions to compensate medium and significant operational linear and spatial displacements between adjacent spans or between bridge span and pier. The analysis of design features of these types of expansion joints, their advantages and disadvantages, based on operational experience justified the necessity to design constructions, meeting the modern demands imposed to expansion joints.

**Keywords:** expansion joints; modular expansion joint; finger joint expansion dam; review; analysis; shell comb fingers.

Автодорожные мостовые сооружения призваны служить для преодоления транспортом и пешеходами различных препятствий: водных преград, участков со сложным рельефом, других транспортных путей. Однако сами мостовые сооружения в настоящее время редко могут быть построены без устройства разрывов основных несущих конструкций по длине. Эти устройства были названы деформационными швами (ДШ) [1].

Целью исследования является установление и устранение недостатков, свойственных конструкциям ДШ, применяемых на средних и больших перемещениях.

Из опыта применения известно, что на средние и большие перемещения, не смотря на учет всевозможных факторов, влияющих на пространственное перемещение пролетных строений и, в соответствие с этим, выбор оптимальной конструкции ДШ из ныне существующих, он не свободен от недостатков, которые проявляются при эксплуатации, и не в полной мере соответствует современным требованиям по безопасности и комфорту, предъявляемым сегодня к ДШ. Это и понятно: чем больше продольное перемещение, тем сложнее обеспечить восприятие и других, возрастающих, пространственных перемещений. Зачем же тогда проектировать средние и большие разрывы между пролетными строениями (устоем), не проще ли изменить схему моста на разрезную, увеличив количество разрывов (ДШ), но уменьшив длину отдельного перемещения? Во-первых, «проще» не всегда оправдано, прежде всего, из соображений экономической целесообразности и эффективности ведения строительных работ. Во-вторых, «проще» не всегда лучше, с точки зрения предъявляемых современных требований по уровню комфорта и безопасности к мосту, в целом: желательно, чтобы один ДШ собирал и воспринимал все перемещения моста, не зависимо от его длины, удовлетворяя, в тоже время, предъявляемым современным требованиям по уровню комфорта и безопасности.

Поиск решения задачи для моста и его ДШ, в вопросе обеспечения удовлетворения предъявляемых современных требований, наводит на мысль о создании, для этой цели, конструкции ДШ с комбинацией различных типов конструкций ДШ, применяемых в схожих обстоятельствах, конкурирующих между собой, и обладающих различными достоинствами и недостатками. Имеются в виду ДШ модульного и гребенчатого типа. К тому же, в данном случае, различие проявляется в полной противоположности их достоинств и недостатков: достоинства одних являются недостатками других, и наоборот. Можно предположить, что единство противоположностей в комбинированной конструкции ДШ позволит устранить недостатки, свойственные конструкции каждого из этих типов ДШ, в отдельности, и интегрировать их достоинства.

Известны конструкции модульных ДШ, например, Swivel-Joist (Maurer Söhne), которые способны воспринимать значительные линейные и угловые перемещения в плане. Так, при линейных продольных перемещениях ДШ стандартного исполнения 1200 мм поперечные перемещения достигают  $\pm 600$  мм. ДШ может воспринимать также вертикальные

перемещения пролетных строений относительно друг друга до  $\pm 45$  мм. В случае необходимости, ДШ такой конструкции могут создаваться и на большие перемещения. Верхний предел линейных продольных перемещений для модульных ДШ в настоящее время ограничен лишь максимальной величиной перемещений пролетных строений существующих мостов.

Существенными недостатками этих конструкций является высокая шумовая эмиссия, высокие импульсные силовые воздействия и вибрация, передающиеся на конструкцию пролетных строений и устоев, в окрестностях ДШ, в особенности на места примыкания к ДШ дорожного покрытия, что часто приводит к разрушению обоих, делая небезопасным проезд, а также на подвеску автотранспорта, преждевременно изнашивая ее и создавая не комфортные условия для пассажиров, под воздействием ударной нагрузки от передачи вертикального ускорения шине автомобиля, при его проезде через значительно раскрытый ДШ, из-за поперечных к направлению движения неровностей, обусловленных конструкцией сегментного устройства проезжей поверхности модульного ДШ.

Известны конструкции модульных ДШ в которых эти недостатки частично устранены, (патент WO 02068760 (A1), 06.09.2002), например, благодаря приваренным сверху ромбовидным пластинкам (система GO Maurer Söhne), а также повернутым в плане прямоугольным и другим конфигурациям зубчатых (гребенчатых) и синусоидальных пластинкам (патент WO 0227102 (A1), 04.04.2002). Особенность этих зубчатых (гребенчатых) пластинок заключается в длине консоли, незначительно превышающей ширину промежуточной несущей балки, и тем самым, незначительно снижающей величину расхождения шва, между пластинками.

Недостатком этих конструкций является физическое ограничение длины консоли пределом жесткости зубчатой (гребенчатой) пластины, (горизонтально расположенной под действие вертикальных нагрузок), находящихся между собой в прямо пропорциональной зависимости, что и препятствует существенному снижению длины и количеству продольных разрывов дорожного покрытия ДШ, определяющих уровень звуковых и механических вибраций.

Известен также ДШ гребенчатого типа, перекрываемый с противоположных сторон консольными односторонне направленными пальцами гребенчатых плит (патент EP1359254(A2), 05.11.2003, REISNER & WOLFF ENGINEERING). Продольный профиль гребенчатого пальца этого ДШ представляет собой консольную балку в миниатюре, обычно с увеличением сечения к основанию, способной сопротивляться значительным вертикальным нагрузкам. Благодаря этим прочностным свойствам и своей конструкции, позволяющей практически исключить продольные разрывы поверхности ДШ, при эксплуатации гребенчатых ДШ было выявлено, что при соблюдении всех эксплуатационных процедур, они обеспечивают комфортные условия проезда, т.к. обладают высокой жесткостью плит, и непрерывной, ровной поверхностью проезда (при малых вертикальных перемещениях), поэтому и шумовая эмиссия в уровне проезжей части у них самая низкая (ниже чем по асфальтовому или бетонному дорожному покрытию).

Недостатком ДШ гребенчатого типа, с консольными гребенчатыми плитами в частности, является то, что они плохо воспринимают любые перемещения, кроме горизонтально продольных, проявляя чувствительность к перекосам консольных гребенчатых пальцев в горизонтальной плоскости (свыше  $10^0$ ), что нередко приводит к их заклиниванию, а также к их вертикальным смещениям друг относительно друга, что нарушает условия проезда и ограничивает перекрываемую ими длину ДШ.

Достоинства этого типа ДШ и отсутствие равноценной альтернативы этим конструкциям, не смотря на их недостатки, предопределили то, что ДШ гребенчатого типа до сих пор широко используются на эксплуатируемых и вновь строящихся мостах во всем мире.

Целью технического решения [2, 3, 4] является увеличение предельных перемещений ДШ гребенчатого типа, с уменьшением вероятности заклинивания, за счет устранения перекосов гребенчатых пальцев в горизонтальной плоскости и их вертикальных смещений.

Технический результат достигается за счет того, что между крайними несущими балками, жестко соединенными с консольными односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с консольными односторонне

направленными пальцами), расположена, как минимум, одна промежуточная несущая балка, жестко соединенная с консольными двусторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатой плитой с консольными двусторонне направленными пальцами).

Благодаря этому, в сравнении с ДШ гребенчатого типа:

1. Достигается основной техникий результат - увеличение предельных перемещений ДШ, с уменьшением вероятности заклинивания, за счет устранения перекосов гребенчатых пальцев в горизонтальной плоскости и вертикальных смещений, в результате их объединения, как минимум, с одной с промежуточной несущей балкой модульного ДШ, допускающего эти перекосы, угол (до  $50^{\circ}$ , для горизонтальных углов) которых будет делиться на количество установленных промежуточных несущих балок, плюс одну, и равномерно распределяться между всеми пальцами перекрывающими ДШ. Таким образом, при изменении отметок пролетных строений (устоя), из-за просадки мостовых опор, износа опорных частей, неравномерной усадки бетона в пролетных строениях и устое, из-за тектонических и геофизических изменений и проявлений других воздействий снижается риск заклинивания гребенчатых пальцев и их вертикальных смещений относительно друг друга, что даст возможность дальнейшей эксплуатации ДШ и всего мостового сооружения, без остановки движения транспорта;

2. Обеспечивается возможность реализации конструкции моста по неразрезной схеме, не зависимо от его протяженности, за счет устройства ДШ в одном, максимум, в двух местах (у его устоев), для более безопасного и комфортного движения транспорта по мосту, и снижения на него временной нагрузки.

В сравнении с ДШ модульного типа:

1. Существенно снижается шумовая эмиссия от транспорта при проезде ДШ, в виду отсутствия продольных разрывов гребенчатой поверхности ДШ, при любой величине его раскрытия;

2. Значительно уменьшается количество промежуточных несущих балок (посредством повышения, между ними, максимально допустимой величины зазора до 700 мм и более, ограниченного лишь длиной двустороннего гребенчатого пальца и допустимыми поперечным горизонтальным и вертикальным углами поворота пролетных строений), опорных и других частей и деталей, с ними связанных, что существенно снижает шумовую эмиссию и импульсные динамические нагрузки на ДШ, пролетные строения и движущийся транспорт;

3. Упрощается конструкция, тем самым, достигается снижение затрат на производство, монтаж, обслуживание и ремонт, а также повышается надежность и, следовательно, безопасность ДШ и мостового сооружения в целом.

#### **Примечания:**

1. Овчинников И.Г. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы / Учебное пособие для студентов специальностей 291000, 291100/ И.Г. Овчинников, А.В. Ефанов, В.И. Шестериков, В.Н. Макаров. Саратов, 2005. 173 с.

2. Козлачков С.В. Деформационный шов // Патент на полезную модель №105309 от 31.01.2011. Москва: Изобретения и полезные модели. Официальный Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам №16 от 10.06.2011. 11 с.

3. Козлачков С.В. Деформационный шов // Заявка на патент на изобретение № 201111460 от 25.03.2011. Москва: Изобретения и полезные модели. Официальный Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам №22 от 10.08.2011. 12 с.

4. Kozlachkov S.W. The expansion joint // Международная заявка на патент на изобретение PCT/RU2011/000269 от 26.04.2011 Женева: Официальный Бюллетень МБ ВОИС № WO 2011126413 от 13.10.2011. 21 с.

УДК 624.21:001.891

### **Деформационные швы мостов**

Сергей Валерьевич Козлачков

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),  
Сочинский филиал, Россия  
354024, г. Сочи, ул. Чекменева, 5  
Соискатель  
E-mail: qwer63@bk.ru

**Аннотация.** Исследование и техническое решение посвящено конструкциям деформационных швов (ДШ), используемых в мостостроении, для компенсации средних и значительных эксплуатационных линейных, а также пространственных перемещений между смежными пролетными строениями или между пролетным строением и устоем моста. Анализ конструктивных особенностей этих типов ДШ, их преимущества и недостатки, на основе опыта их эксплуатации, показали необходимость разработки конструкций, удовлетворяющих современным требованиям, предъявляемым к ДШ.

**Ключевые слова:** деформационные швы; модульный деформационный шов; гребенчатый деформационный шов; консольные гребенчатые пальцы.