

Козлачков С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ДЕФОРМАЦИОННОГО ШВА ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТРАНСПОРТА

Исследование [1], [2] и техническое решение посвящено конструкциям деформационных швов гребенчатого и модульно-гребенчатого типов, используемых в мостостроении, и направлено на обеспечение безопасности проезда велосипедного транспорта по деформационному шву.

Все конструкции гребенчатых деформационных швов (ДШ) [3, 4] имеют существенный недостаток: открытие продольного и поперечного зазора между гребенчатыми пальцами, при раскрытии ДШ, который может быть препятствием для движения велосипедного транспорта. В связи с этим, для гребенчатых ДШ существуют жесткие требования, ограничивающие максимальное расстояние между гребенчатыми пальцами. Это ограничение в какой-то степени позволяет повысить безопасность гребенчатого ДШ для проезда велосипедистов, но одновременно и ограничивает его возможность воспринимать поперечные смещения и повороты в плане пролетных строений, существенно снижая функциональность ДШ.

Известна конструкция устройства для гребенчатого ДШ (патент EP1033442(A2), 06.09.2000, REISNER & WOLFF ENGINEERING), в которой этот недостаток устранен благодаря установке между гребенчатыми пальцами упругой гребенчатой пластины, соединенной одной стороной болтовым соединением с верхней частью гребенчатой плиты.

Недостатком этой конструкции является наличие дополнительных болтовых соединений (как минимум, два болта на каждую упругую гребенчатую пластину), увеличивающих вероятность их самопроизвольного раскручивания, в процессе эксплуатации, под действием переменных нагрузок и, следовательно, снижающих уровень безопасности при проезде ДШ велосипедным и другими видами транспорта. Также вероятность самопроизвольного раскручивания этих болтовых соединений возрастает и из-за невозможности обеспечения необходимого момента затяжки резьбового соединения, из-за применения болтов малого диаметра, в виду малой ширины упругой гребенчатой пластины.

Целью технического решения [5], [6] является повышение безопасности при движении транспорта по велосипедной части (защитному устройству) ДШ, за счет максимально возможного снижения количества болтовых соединений и обеспечения необходимого момента затяжки их резьбовых соединений, для предотвращения самопроизвольного раскручивания, при эксплуатации ДШ.

Технический результат достигается за счет того, что продольный профиль упругих гребенчатых пластин имеет ступенчатую или двусторонне симметрично-ступенчатую единую (составную) форму, что обеспечивает жесткое закрепление их нижних частей с крайними или промежуточными несущими балками без дополнительных, а при помощи уже установленных, болтовых соединений, между этими несущими балками и гребенчатыми пальцами (гребенчатой плитой). В этом болтовом соединении, как правило, применяются высокопрочные болты, имеющие необходимый диаметр для создания требуемой величины силового момента затяжки, для предотвращения их самопроизвольного раскручивания, при эксплуатации.

Упругие гребенчатые пластины целесообразно объединять, при помощи одной плоской пластины, в секции по длине соответствующей, закрепленной над ней, секции гребенчатой плиты, для более плотного прилегания поверхностей соединения между собой, и для удобства монтажа и демонтажа.

На рисунках представлены варианты исполнения конструкции ДШ и упругих гребенчатых пластин: на рис. 1 план, на рис. 2 и 3 продольный профиль, в разрезе, фрагмента секции ДШ с гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами 1, и с гребенчатыми плитами с двусторонне направленными пальцами 2, рис. 3, упругие гребенчатые пластины 3, нижние части 4, упругих гребенчатых пластин 3, фрагменты крайних несущих балок 5 и промежуточной несущей балки 6, рис. 3, болтовое соединение 7, плоская пластина 8; на рис. 4 план, на рис. 5 продольный профиль рис. 4, в разрезе, на рис. 6 фрагмент поперечного профиля рис. 4, нижние части 4 и плоская пластина 8, фрагмента секции упругих гребенчатых пластин 3, со ступенчатой формой; на рис. 7 план, на рис. 8 продольный профиль рис. 7, в разрезе, на рис. 6 фрагмент поперечного профиля рис. 7, нижние части 4 и плоская пластина 8, фрагмента секции упругих гребенчатых пластин 3, с двусторонне симметрично-ступенчатой формой. Для наглядности на рис. 9 и 10 приведены объемные изображения гребенчатого ДШ.

ДШ гребенчатого или модульно-гребенчатого типа, перекрываемый с противоположных сторон односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами) 1,

или включающий еще и двусторонне направленные гребенчатые пальцы (как минимум, одну гребенчатую плиту с двусторонне направленными пальцами) 2, между которыми расположены упругие гребенчатые пластины 3, имеющие ступенчатую (в устройстве ДШ с односторонне направленными гребенчатыми пальцами 1) или двусторонне симметрично-ступенчатую (в устройстве ДШ с двусторонне направленными гребенчатыми пальцами 2) форму, с целью жесткого закрепления нижних частей 4, упругих гребенчатых пластин 3, между крайней несущей балкой 5 и односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами) 1, или между промежуточной несущей балкой 6 и двусторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с двусторонне направленными пальцами) 2, при помощи уже установленного болтового соединения 7. Упругие гребенчатые пластины 3 объединены в секции, при помощи плоской пластины 8, включающей нижние части 4, упругих гребенчатых пластин 3. При любом эксплуатационном раскрытии ДШ незакрепленная часть упругих гребенчатых пластин 3 всегда перекрывается противоположно лежащими и, тем самым, закрывая щели между противоположно лежащими и соседними односторонне направленными гребенчатыми пальцами 1 и (или) двусторонне направленными гребенчатыми пальцами 2.

Упругие гребенчатые пластины 3, с двусторонне симметрично-ступенчатой формой, могут иметь единую или составную форму, относительно центральной оси симметрии, в зависимости от конкретных условий применения.

Ширина упругих гребенчатых пластин 3 должна быть равна ширине между соседними односторонне направленными пальцами 1, или между соседними двусторонне направленными пальцами 2, в самом узком месте – в местах их соединения с крайней несущей балкой 5, или с промежуточной несущей балкой 6, или у основания гребенчатой плиты с односторонне направленными пальцами 1, или с двусторонне направленными пальцами 2. Длина упругих гребенчатых пластин 3 должна незначительно превышать длину односторонне направленного гребенчатого пальца 1 (двусторонне направленного гребенчатого пальца 2), с целью их зацепления, при максимальном раскрытии ДШ. Толщина упругих гребенчатых пластин 3 определяется упругими свойствами материала и расчетными нагрузками, которые они должны выдерживать в течение расчетного срока эксплуатации.

Для увеличения жесткости упругих гребенчатых пластин 3 их толщина может быть увеличена и за счет увеличения количества слоев, при помощи установки секций упругих гребенчатых пластин 3 одной на другую. Изготавливаться секция упругих гребенчатых пластин 3 из пружинной стали может методом гильотинного разрезания и холодного профилирования, или холодной штамповки, с вырезом и изгибом, по проекту.

Научная новизна технического решения заключается в том, что:

1. Впервые, помимо основной функции, обеспечения безопасного движения велосипедного транспорта, конструкция обеспечивает защиту от проникновения под ДШ снега, льда, мусора, гравия и щебня, с проезжей части моста, тем самым, предотвращая смерзание и повреждение гребенчатых пальцев, неравномерное раскрытие модулей, возможные разрывы ленточного компенсатора, или его выдавливание из пазов несущих балок. Предотвращение смерзания и повреждения гребенчатых пальцев ДШ обусловлено еще и тем, что мостовое сооружение всегда находится под действием изменяющихся временных динамических нагрузок, температурных изменений и других воздействий, вызывающих деформацию пролетных строений, изменение их размеров, смещения и повороты в различных направлениях, которые в совокупности передаются и на упругие гребенчатые пластины, вызывая их колебания (вибрацию), что и будет препятствовать кристаллизации влаги при отрицательных температурах, и вызывать разрушение льда, попавшего на ДШ с проезжей части. В связи с этим,

2. целесообразно применение конструкции по всей длине ДШ, под основной поток транспортных средств, без снижения безопасности проезда, так как болтовая схема, при этом, не изменяется. К тому же, обеспечивая требования по безопасности, для проезда велосипедистов, с помощью упругих гребенчатых пластин, по всей длине гребенчатого ДШ,

3. целесообразно пересмотреть нормы по ограничению максимального расстояния между гребенчатыми пальцами, обеспечивая необходимую жесткость развитием их вертикального сечения, и, тем самым, существенно повысить функциональность ДШ по восприятию поперечных смещений и поворотов в плане пролетных строений.

4. Благодаря увеличенному зазору, между соседними гребенчатыми пальцами, можно полностью исключить возможность их смерзания и повреждения, проектируя необходимый зазор между ними не только для предельно-допустимых, но и для критических перемещений и поворотов пролетных строений.

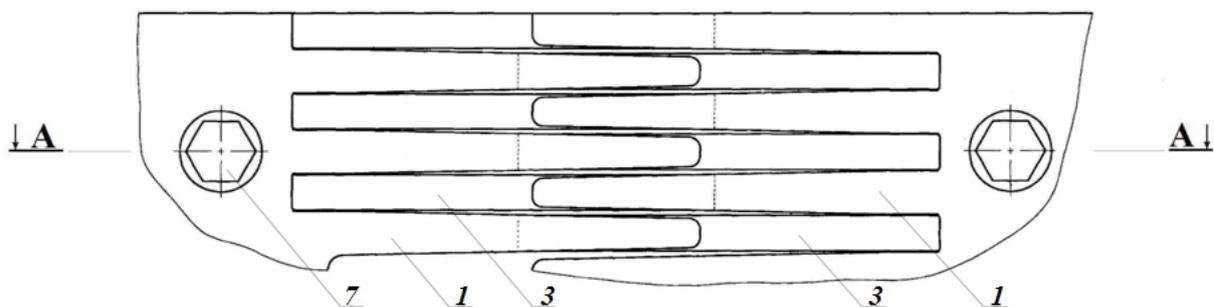


Рисунок 1 - Фрагмент секции гребенчатого ДШ, с упругими гребенчатыми пластинами (план)

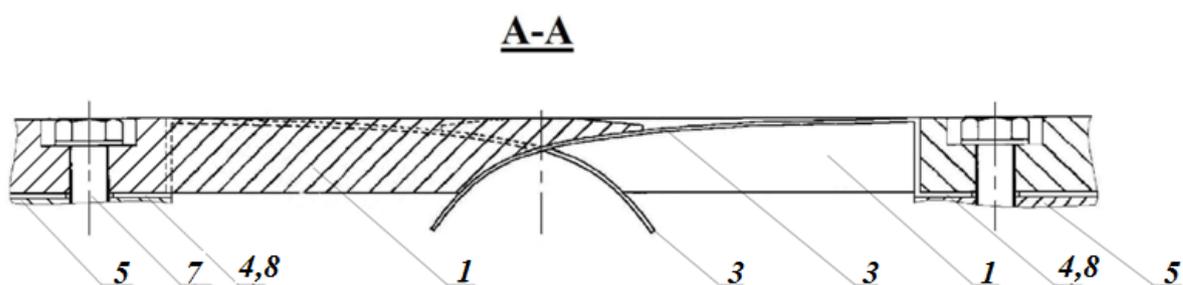


Рисунок 2 - Фрагмент секции гребенчатого ДШ, с упругими гребенчатыми пластинами (продольный профиль, в разрезе)

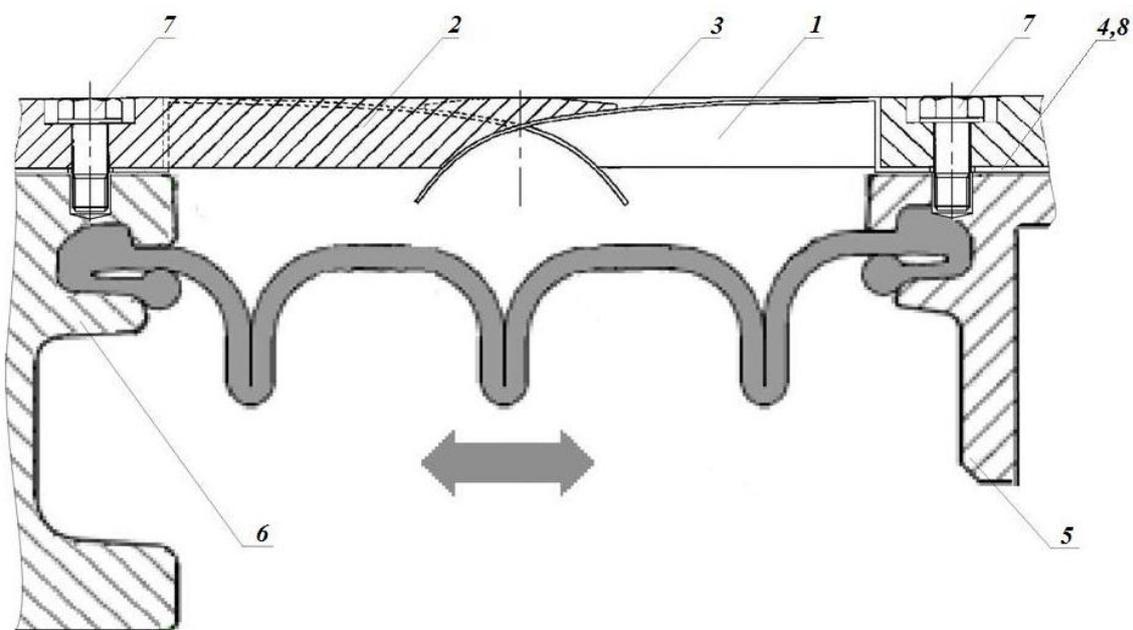


Рисунок 3 - Фрагмент секции модульно-гребенчатого ДШ, с упругими гребенчатыми пластинами (продольный профиль, в разрезе)

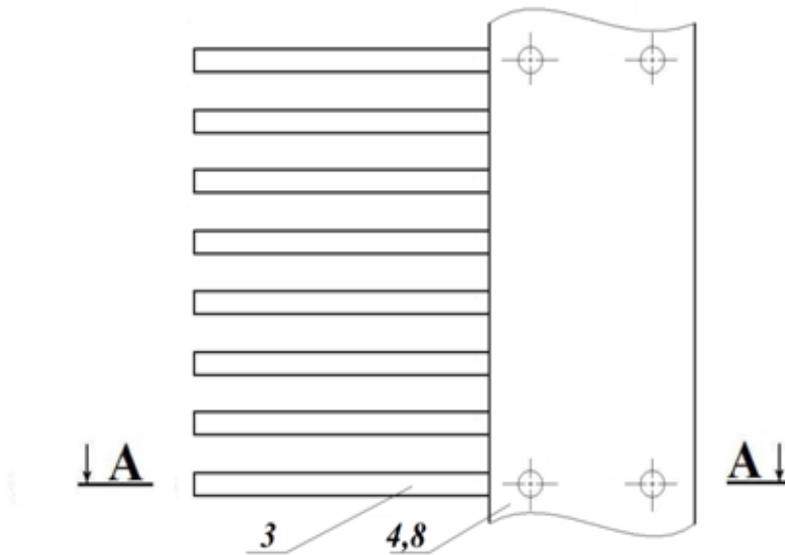


Рисунок 4 - Фрагмент секции упругих гребенчатых пластин, со ступенчатой формой (план)

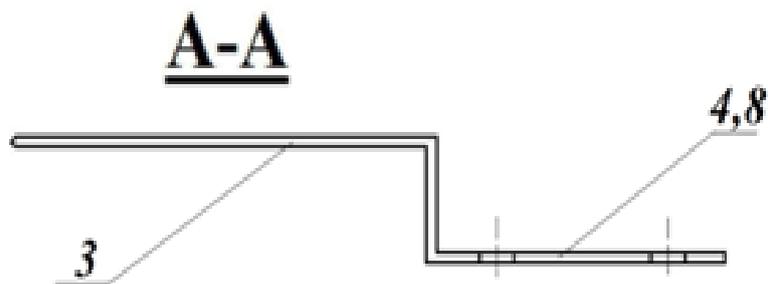


Рисунок 5 - Фрагмент секции упругих гребенчатых пластин, со ступенчатой формой (продольный профиль, в разрезе)

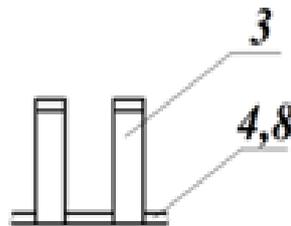


Рисунок 6 - Фрагмент секции упругих гребенчатых пластин (поперечный профиль)

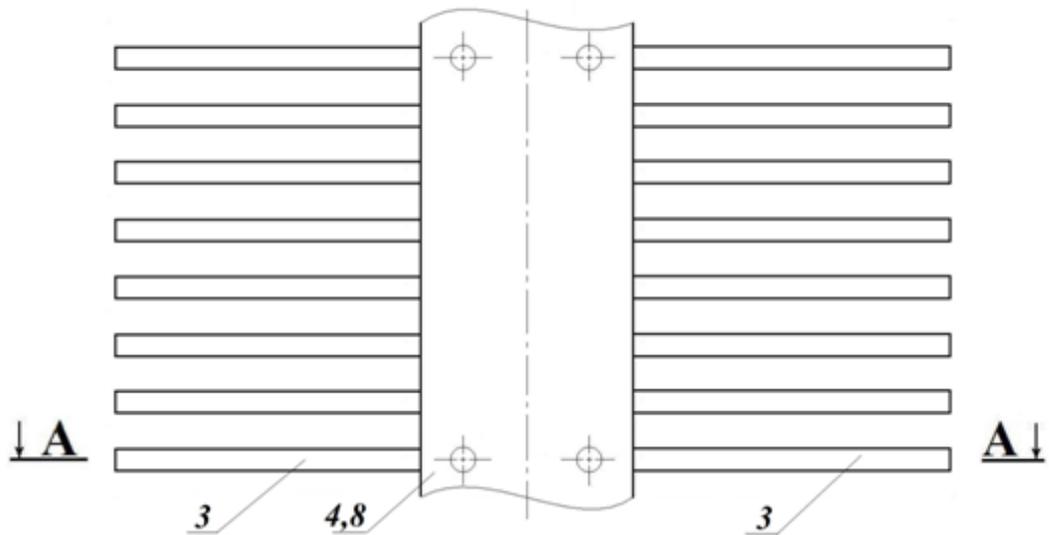


Рисунок 7 - Фрагмент секции упругих гребенчатых пластин, с двусторонне симметрично-ступенчатой формой (план)

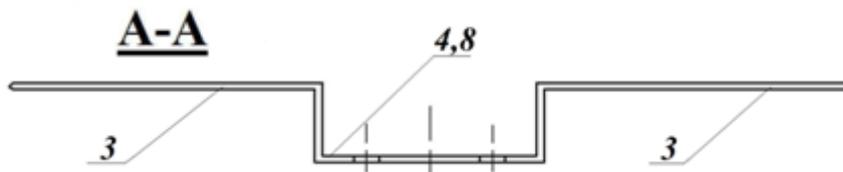


Рисунок 8 - Фрагмент секции упругих гребенчатых пластин, с двусторонне симметрично-ступенчатой формой (продольный профиль, в разрезе)

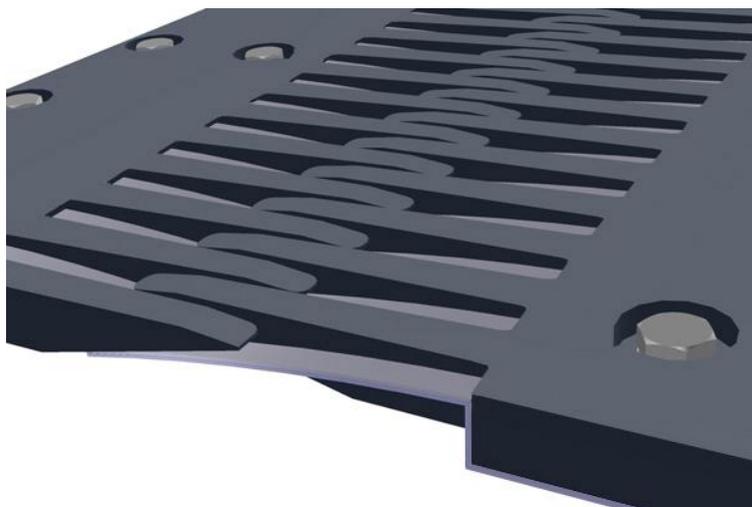


Рисунок 9 - Фрагмент секции гребенчатого ДШ, с упругими гребенчатыми пластинами (3D)



Рисунок 10 - Фрагмент секции гребенчатого ДШ, с упругими гребенчатыми пластинами (3D)

Литература

1. Ramberger G. Structural bearings and expansion joints for bridges. Structural Engineering Documents 6 / G. Ramberger. – Switzerland, Zurich: IABSE, 2002. – P. 51-89.
2. Bridge Engineering Handbook. Chapter 25. Expansion Joints / R.J. Dornisfe; Ed. by W.-F. Chen, L. Duan. – USA, Florida, Boca Raton: CRC Press, 2000. – P. 25-1 – 25-14.
3. Шестериков В.И. Определение перемещений концов пролётных строений при проектировании автодорожных мостов / В.И. Шестериков / Тр. ГП Росдорнии, НИЦ «Мосты», ОАО ЦНИИС. – М.: Инфрмавтодор, 2002. – Вып. 12. – С. 25-55.
4. Мостовое полотно автодорожных мостов с применением литого асфальтобетона и современных деформационных швов: монография / И.Г. Овчинников, В.Н. Макаров, А.В. Ефанов и др. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. – 214 с.
5. Заявка 2011108903 Российская Федерация, МПК⁷ E01 D 19/06. Деформационный шов / Козлачков С.В.; заявитель Козлачков С.В. – приоритет 09.03.2011; опубл. 20.07.2011, Бюл. № 20 – 11 с.
6. Межд. заявка PCT/RU2011/000269, МПК⁷ E01 D 19/06. Деформационный шов / Козлачков С.В.; заявитель Козлачков С.В. – приоритет 31.01.2011; опубл. 13.10.2011 в Бюл. МБ ВОИС, публ. № WO 2011126413 – 21 с.