

Рубрика 2. НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Направление – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов

УДК 624.21.09

DOI 10.17816/transsyst20217242-54

© А.А. Трифонова¹, С.В. Алексеев¹, А.М. Егошин²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

² Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва
(Санкт-Петербург, Россия)

АКТУАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

В современном мостостроении предъявляются повышенные требования к материалам и конструктивным элементам, в том числе деформационным швам (Д.Ш.). Необходимо использовать усовершенствованные модели, в которых решены проблемы и недостатки стандартных, широко реализуемых конструкций, при этом обеспечивается максимальная долговечность.

Основные типы конструкций деформационных швов: Д.Ш. закрытого типа, Д.Ш. заполненного типа, Д.Ш. перекрытого типа. Рассматриваются конструктивные особенности, преимущества и недостатки различных видов Д.Ш.

На основе полученных результатов выявлено, что новые и усовершенствованные модели Д.Ш. обладают лучшими показателями по рассмотренным критериям, т.е. они обеспечивают большую надежность и долговечность швов. Наиболее совершенные конструкции швов: Д.Ш. закрытого типа с металлической опорной пластиной; Д.Ш. заполненного типа с выпуклым V-образным компенсатором и перекрывающим листом; Д.Ш. перекрытого типа с гребенчатыми плитами и шарнирно присоединенным стержнем и пружиной.

Ключевые слова: прочность, конструкция, нагрузка, материал, шов, наполнитель.

Rubric 2. SCIENTIFIC AND PRACTICAL DEVELOPMENTS

Field – Design and Construction of Roads, Subways

© А.А. Trifonova¹, S.V. Alekseev¹, A.M. Yegoshin²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

² Military Educational Institution of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulyov
(St. Petersburg, Russia)

RESENT CONSTRUCTIONS OF ROAD BRIDGES' EXPANSION JOINTS

At present, there are high requirements for materials and construction elements in civil engineering in common. These intentions are fully applicable to such bridge construction

elements as expansion joints. The new developed models are needed, in which all the defects and limitations of the previous models are solved and the maximum of operational life is reached.

The main types of bridge expansion joints: closed joints, filled-type joints, covered joints. In this article the construction features, advantages and disadvantages of the listed expansion joints are considered.

On the basis of the gotten results it is seen that new and developed models of different types' expansion joints have better rates in all of considered criteria. It means that these joints have bigger structural reliability and provide longer operational life of the construction. The most effective models of bridge expansion joints are: closed-type joints with metal support plate, filled-type joints with convex V-shaped compensator and covering slab, covered joints with finger slabs and flap hinged rods and springs.

Key words: strength, construction, load, material, joint, joint filler.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время требования к строительным материалам и конструкциям, используемым в мостовой и дорожной отраслях, ужесточаются. Это связано как с растущей интенсивностью движения, так и с использованием усовершенствованных технологий производства, предполагающих больший срок службы изделий. Поэтому вновь используемые при строительстве материалы и конструктивные элементы также должны обеспечивать большую надежность, нежели стандартные образцы.

На основе [1] выделены следующие типы конструкций деформационных швов: Д.Ш. закрытого, заполненного и перекрытого типов. В исследовании [2] представлена методика выбора Д.Ш. в зависимости от длины пролета моста.

Документ [1] содержит основные модели швов, уже реализуемые в мостостроении. Но, как утверждалось ранее, в современных условиях необходимо повышать уровень надежности любых конструкций, в том числе деформационных швов. В данном случае целесообразно использовать усовершенствованные или новые конструкции Д.Ш.

Цель статьи – рассмотреть существующие, а также новые и усовершенствованные модели Д.Ш., запатентованные в течение последних лет, и выявить их достоинства и возможные недостатки.

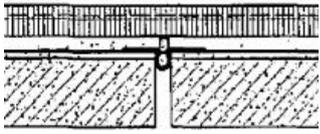
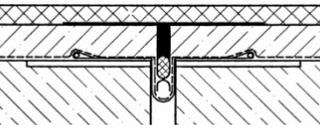
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ Д.Ш.

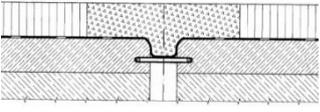
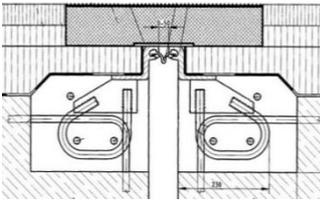
В табличной форме (Табл. 1–3) рассматриваются основные стандартные модели существующих типов Д.Ш. [1], а также новые и

усовершенствованные варианты [3–9]. Отдельно выводятся достоинства и недостатки каждой из конструкций по следующим критериям: обеспечение прочности материалов и элементов, воспринимающих нагрузки от температурных перемещений пролетных строений; обеспечение прочности всех элементов от транспортных нагрузок; герметичность; низкие вибрационные нагрузки; сопротивляемость атмосферным воздействиям, химическим реагентам [10–18].

А) Деформационные швы закрытого типа:

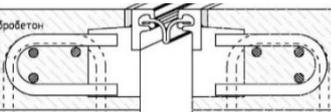
Таблица 1. Сравнительный анализ Д.Ш. закрытого типа

Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
1. Простая конструкция Д.Ш. закрытого типа [1]		1. Прочность основного рабочего материала (АБ-покрытие, битумы и пористые наполнители зазора) на основные нагрузки (растягивающие и сжимающие напряжения от температурных перемещений пролетных строений) обеспечена за счет армирования стальными или полимерными волокнами.	1. Плохая герметичность конструкции (отсутствие дополнительного слоя гидроизоляции); 2. Из п. 1 следует быстрая потеря прочности в нижележащих бетонных элементах моста из-за удержания в них влаги.
2. Д.Ш. закрытого типа с дополнительным обратновыгнутым компенсатором [2]		1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена (см. п.1 «Простая конструкция Д.Ш. закрытого типа»); 2. Дополнительный компенсатор способствует стоку воды, препятствует удержанию влаги (герметичность), обеспечивает вентиляцию; 3. Прочность элементов моста вблизи Д.Ш. обеспечена.	

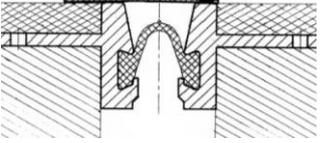
Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
3. Д.Ш. закрытого типа с щебеночно-мастичным заполнением и металлической опорной пластиной [6]		1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена за счет наличия металлической пластины (растягивающие напряжения); 2. Герметичность – гидроизоляционная прослойка; 3. Прочность конструктивных элементов моста вблизи Д.Ш. обеспечена.	
4. Д.Ш. закрытого типа, совмещенный с V-образным компенсатором [7]		1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена за счет наличия дополнительного V-образного компенсатора (растягивающие напряжения); 2. Герметичность – гидроизоляционная прослойка; 3. Прочность конструктивных элементов моста вблизи Д.Ш. обеспечена.	

Б) Деформационные швы заполненного типа:

Таблица 2. Сравнительный анализ Д.Ш. заполненного типа

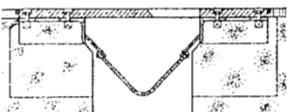
Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
1. Простая конструкция Д.Ш. заполненного типа с V-образным упругим		1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена.	1. Достаточно быстрое образование трещин в полимерном материале, причины – засорение

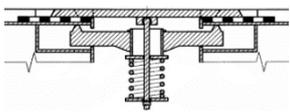
Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
компенсатором [1]			твёрдыми частицами мусора, повреждение материала заостренными элементами снегоочистительной техники; 2. Плохая герметичность материала, как следствие – снижение прочности близко расположенных бетонных конструкций моста из-за удержания в них влаги.
2. Д.Ш. заполненного типа с V-образным компенсатором в виде двойной ленты [3]		1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена; 2. Увеличение прочности материала за счет двойной ленты (препятствие прокалыванию и дефектам материала); 3. Из п.2 следует герметичность конструкции; 4. Прочность конструктивных элементов моста вблизи Д.Ш. обеспечена.	
3. Д.Ш. заполненного типа с выпуклым V-образным компенсатором [8]		1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена; 2. Увеличение прочности компенсатора за счет выпуклой формы: способствует самоочищению	

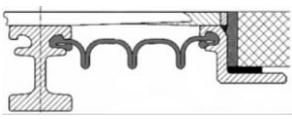
Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
		<p>компенсатора, что препятствует накоплению посторонних твердых частиц, вызывающих дефекты;</p> <p>3. Увеличение прочности компенсатора за счет наличия утолщенных концов;</p> <p>4. Из п. 2,3 следует герметичность конструкции;</p> <p>5. Прочность конструктивных элементов моста вблизи Д.Ш. обеспечена.</p>	
<p>4. Д.Ш. заполненного типа с выпуклым V-образным компенсатором и перекрывающим листом [4]</p>		<p>1. Прочность рабочего материала на основные нагрузки обеспечена;</p> <p>2. Увеличение прочности за счет выпуклой формы компенсатора (см. п. 3 «Д.Ш. заполненного типа с выпуклым V-образным компенсатором»);</p> <p>3. Увеличение прочности компенсатора за счет наличия металлического листа: защита Д.Ш. от атмосферных воздействий, препятствие проникновению посторонних частиц;</p> <p>4. Из п. 2,3 следует герметичность конструкции;</p> <p>5. Прочность конструктивных элементов моста вблизи Д.Ш. обеспечена.</p>	

В) Деформационные швы перекрытого типа:

Таблица 3. Сравнительный анализ Д.Ш. перекрытого типа

Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
1. Простая конструкция Д.Ш. перекрытого типа с гребенчатыми плитами [1]		1. Прочность рабочего элемента на основные нагрузки обеспечена	1. Достаточно быстрое нарушение совместной работы гребенчатых элементов (их расшатывание, выпячивание над поверхностью проезжей части); 2. Из п. 1 следует уменьшение прочности рабочих элементов Д.Ш. на действие динамических транспортных нагрузок; 3. Из п. 1 следует возникновение чрезмерной шумовой эмиссии, вибрационных нагрузок. 4. Из п. 3 следует уменьшение прочности близко расположенных бетонных конструкций моста.

Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
2. Совмещенная конструкция Д.Ш. перекрытого типа с гребенчатыми плитами и скользящими листами [13]		<p>1. Прочность рабочего элемента на основные нагрузки обеспечена;</p> <p>2. Повышение жесткости Д.Ш. за счет наличия 2-х слоев рабочих элементов (гребенчатые плиты и скользящие листы);</p> <p>3. Из п. 2 следует высокая прочность Д.Ш. на действие динамических нагрузок, отсутствие чрезмерной шумовой эмиссии и вибрационных нагрузок;</p> <p>4. Прочность близко расположенных бетонных конструкций моста обеспечена.</p>	
3. Д.Ш. перекрытого типа с шарнирно присоединенным стержнем и пружиной [5]		<p>1. Прочность рабочего элемента на основные нагрузки обеспечена;</p> <p>2. Перераспределение динамических нагрузок между гребенчатыми плитами и шарнирным стержнем с пружиной, в результате – увеличение жесткости, прочности конструкции;</p> <p>3. из п. 2 следует отсутствие чрезмерной шумовой эмиссии и вибрационных нагрузок;</p> <p>4. Прочность близко расположенных бетонных конструкций моста обеспечена.</p>	

Название модели Д.Ш.	Схема модели	Анализ Д.Ш.	
		Достоинства конструкции	Недостатки конструкции
4. Д.Ш. перекрытого типа с гребенчатыми плитами и модульным упругим компенсатором [9]		<p>1. Прочность рабочего элемента на основные нагрузки обеспечена;</p> <p>2. Повышение жесткости и прочности Д.Ш. на действие динамических нагрузок за счет наличия дополнительного упругого компенсатора;</p> <p>3. Из п. 2 следует отсутствие чрезмерной шумовой эмиссии и вибрационных нагрузок;</p> <p>4. Прочность близко расположенных бетонных конструкций моста обеспечена.</p>	

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Проведен анализ различных моделей основных типов деформационных швов. Рассмотрены как стандартные конструкции (п. 1 в Табл. 1, 2), так и новые, усовершенствованные виды (п. 2, 3, Табл. 1–3).

Основные конструктивные преимущества новых и усовершенствованных видов Д.Ш.:

а) Д.Ш. закрытого типа: обеспечение герметичности шва (дополнительный обратно-выгнутый компенсатор, гидроизоляционные слои); повышение прочности основных рабочих материалов за счет установки элементов, воспринимающих растягивающие нагрузки (металлическая пластина, дополнительный V-образный компенсатор); долговечность элементов моста вблизи конструкции Д.Ш.;

б) Д.Ш. заполненного типа: увеличение прочности компенсатора (компенсатор в виде двойной ленты, выпуклая форма компенсатора, наличие утолщенных концов материала, наличие дополнительных металлических элементов, перекрывающих компенсатор); повышение герметичности шва; защита компенсатора от атмосферных воздействий; долговечность элементов моста вблизи конструкции Д.Ш.;

в) Д.Ш. перекрытого типа: повышение жесткости, прочности основных рабочих элементов Д.Ш., повышение прочности шва на действие

динамических нагрузок, снижение шумовой эмиссии и вибрационных нагрузок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из полученных результатов п. 3 можно сделать вывод, что новые и усовершенствованные модели Д.Ш. лучше удовлетворяют современным требованиям к конструкциям и материалам.

Наиболее совершенные конструкции Д.Ш. из рассмотренных типов: Д.Ш. закрытого типа с металлической опорной пластиной; Д.Ш. заполненного типа с выпуклым V-образным компенсатором и перекрывающим листом; Д.Ш. перекрытого типа с гребенчатыми плитами и шарнирно присоединенным стержнем, и пружиной.

Авторы заявляют что:

1. У них нет конфликта интересов.
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. ОДМ 218.2.025-2012. Деформационные швы мостовых сооружений на автомобильных дорогах: нормативно-технический материал. [ODM 218.2.025-2012. Deformacionnyye shvy mostovykh sooruzhenij na avtomobil'nyh dorogah: normativno-tekhnicheskij material. (In Russ.)]. Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/1200112562>. Ссылка активна на 23.03.2021.
2. Алексеев С. В., Трепалин В. А., Шевченко С. М., Трифонова А. А. Современные методы совершенствования конструкций деформационных швов автодорожных мостов // Путевой навигатор. – 2020. – № 43(69). – С. 3. [Alekseev SV, Trepalin VA, Shevchenko SM, Trifonova AA. Sovremennye metody sovershenstvovaniya konstrukcij deformacionnyh shvov avtodorozhnyh mostov. *Putevoj navigator*. 2020;43(69);3 (In Russ.)] Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43158634>. Ссылка активна на 23.03.2021.
3. Патент РФ на изобретение № 2614172/ 23.03.17. Бюл. № 9. Должиков А.И., Катанов М.А., Ардеев В.Н., Ардеев К.В. Деформационный шов автодорожного моста. [Pat. RUS № 2614172/ 23.03.17. Byul. № 9. Dolzhikov AI, Katanov MA, Ardeev VN, Ardeev KV. Deformacionnyj shov avtodorozhnogo mosta. (In Russ.)]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38261256>. Дата обращения: 23.03.2021.
4. Патент РФ на изобретение № 190001/ 21.09.18. Бюл. № 17. Алейнер А.В. Деформационный шов автодорожного моста. [Pat. RUS № 190001/ 21.09.18. Byul. № 17. Alejner AV. Deformacionnyj shov avtodorozhnogo mosta. (In Russ.)]. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000190091_20190618_U1_RU/. Дата обращения: 23.03.2021.
5. Патент РФ на изобретение № 1844659/ 14.05.18. Бюл. № 31. Шульман С.А. Деформационный шов. [Pat. RUS № 1844659/ 14.05.18. Byul. № 31 SHul'man SA. Deformacionnyj shov. (In Russ.)]. Режим доступа:

- https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000184659_20181102_U1_RU/. Дата обращения: 23.03.2021.
6. Патент РФ на изобретение № 2706979/ 19.02.19. Бюл. № 33. Еремеев В.П., Еремеев П.В. Деформационный шов моста. [Pat. RUS № 2706979/ 19.02.19. Вусл. № 33 Eremeev VP, Eremeev PV. Deformacionnyj shov mosta. (In Russ.)]. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002706979_20191121_C1_RU/. Дата обращения: 23.03.2021.
 7. Патент РФ на изобретение № 2681044/ 27.03.18. Бюл. № 7. Еремеев В.П. Деформационный шов моста. [Pat. RUS № 2681044/ 27.03.18. Вусл. № 7 Eremeev VP. Deformacionnyj shov mosta. (In Russ.)]. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002681044_20190301_C1_RU/. Дата обращения: 23.03.2021.
 8. Патент РФ на изобретение № 156213/ 21.05.15. Бюл. № 31. Поспелов В.М., Старченко В.С. Деформационный шов моста. [Pat. RUS № 156213/ 21.05.15. Вусл. № 31 Pospelov VM, Starchenko VS. Deformacionnyj shov mosta. (In Russ.)]. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000156213_20151110_U1_RU/. Дата обращения: 23.03.2021.
 9. Патент РФ на изобретение № 157180/ 09.07.15. Бюл. № 32. Шульман С.А. Деформационный шов моста. [Pat. RUS № 157180/ 09.07.15. Вусл. № 32 SHul'man SA. Deformacionnyj shov mosta. (In Russ.)]. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000157180_20151120_U1_RU/. Дата обращения: 23.03.2021.
 10. Аверченко Г.А., Огурцов Г.Л. Перспективы использования композитного материала в мостостроении / Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. 24 ноября 2019 года; СПб. Под ред. Ивановской И.И. Петрозаводск: "Международный центр научного партнерства Новая наука", 2019. – С. 229–231. [Averchenko GA, Ogurcov GL. Perspektivy ispol'zovaniya kompozitnogo materi-ala v mostostroenii In: Ivanovskaya II, aditor. Fundamental'naya i prikladnaya nauka: sostoyanie i tendencii razvitiya. 2019 Nov 24; St. Petersburg. Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnersva Novaya nauka; 2019. p. 229-231. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41475166&pff=1>. Ссылка активна на 23.03.2021.
 11. Овчинников И.И. Анализ конструктивных особенностей деформационных швов мостов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2012. – С. 297–304. [Ovchinnikov II. Analiz konstruktivnyh osobennostej deformacionnyh shvov mostov. *Modernizaciya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse*. 2012;297-304. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18875154>. Ссылка активна на 23.03.2021.
 12. Овчинников И.Г. Особенности и проблемы применения инновационных технологий в транспортном строительстве // Инновационный транспорт. – 2014. – С. 46–53. [Ovchinnikov IG. Osobennosti i problemy primeneniya innovacionnyh tekhnolo-gij v transportnom stroitel'stve. *Innovacionnyj transport*. 2014;46-53. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21260641>. Ссылка активна на 23.03.2021.
 13. Бондарев Б.А. Оценка износа конструкций деформационных швов и пути повышения их долговечности // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2019. – С. 126–132. [Bondarev BA. Ocenka iznosa konstrukcij deformacionnyh shvov i puti povy-sheniya ih dolgovechnosti. *Vestnik permskogo nacional'nogo issledovatel'sko-*

- go politekhnicheskogo universiteta*. 2019;126-132. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41805115>. Ссылка активна на 23.03.2021.
14. Лазарев Ю. Г. Применение информационного моделирования при диагностике и обследовании мостовых сооружений / Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. 29 ноября 2018 года; СПб. Под ред. Козин В.М. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2018. – С. 223–227. [Lazarev YUG. Primenenie informacionnogo modelirovaniya pri diagnostike i obsledovanii mostovykh sooruzhenij In: Kozin VM, aditor. Regional'nye aspekty razvitiya nauki i obrazovaniya v oblasti arhitektury, stroitel'stva, zemleustrojstva i kadaстров v nachale III tysyacheletiya. 2019 Nov 21; St. Petersburg. Komsomol'sk-na-Amure: Komsomol'skij-na-Amure gosudarstvennyj universitet; 2019. p. 223-227 (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38588199>. Ссылка активна на 23.03.2021.
 15. MULTI. The online architecture and design exhibition [Internet]. Available from: <https://www.archiexpo.com/prod/mageba/product-126411-1332697.html>.
 16. Niemierko A. Modern bridge bearings and expansion joints for road bridges. *Transportation Research Procedia*. 2016;4040-4049. doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.501
 17. Huadong L. The Cause Analysis on the Highway Bridge Expansion Joints and the Maintenance of Construction Management. *2nd International Conference on Machinery, Materials Engineering, Chemical Engineering and Biotechnology*. 2016. doi: 10.2991/mmeceb-15.2016.10
 18. Jelínek D, Meng N, O'Suilleabhain C. The particular challenges of expansion joint installation in steel bridges – Case studies. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 419*. 2018. doi: 10.1088/1757-899x/419/1/012017

Сведения об авторах:

Трифонова Ангелина Александровна, студент;

eLibrary SPIN: 9870-5498; ORCID: 0000-0003-2968-6897;

E-mail: trifonova97@mail.ru

Алексеев Сергей Викторович, кандидат военных наук, доцент;

eLibrary SPIN: 6013-0312; ORCID: 0000-0001-8632-3852;

E-mail: sergeyaleks1966@gmail.com

Егошин Алексей Михайлович, доктор технических наук, доцент;

eLibrary SPIN: 7338-7504; ORCID: 0000-0003-2025-2590

E-mail: al-ego@yandex.ru

Information about the authors:

Angelina A. Trifonova, student;

eLibrary SPIN: 9870-5498; ORCID: 0000-0003-2968-6897;

E-mail: trifonova97@mail.ru

Sergey V. Alekseev, Candidate of Military Sciences, Associate Professor;

eLibrary SPIN: 6013-0312; ORCID: 0000-0001-8632-3852;

E-mail: sergeyaleks1966@gmail.com

Alexey M. Yegoshin, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;

eLibrary SPIN: 7338-7504; ORCID: 0000-0003-2025-2590

E-mail: al-ego@yandex.ru

Цитировать:

Трифонова А.А., Алексеев С.В., Егшин А.М. Актуальные конструкции деформационных швов автодорожных мостов // Транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7. – № 2. – С. 42–54. doi: 10.17816/transsyst20217242-54

To cite this article:

Trifonova AA, Alekseev SV, Yegoshin AM. Resent constructions of road bridges' expansion joints. *Transportation Systems and Technology*. 2021;7(2):42-54. doi: 10.17816/transsyst20217242-54