

Козлачков Сергей Валерьевич
Kozlachkov Sergey Waleriewich
Сочинский государственный университет/Sochi State University
Преподаватель/The lecturer
E-mail: qwer63@bk.ru

Овчинников Илья Игоревич
Ovchinnikov Iliya Igorewich
Саратовский государственный технический университет
Saratov State Technical University
Доцент/Associate Professor
E-mail: bridgeart@mail.ru

Валиев Шерали Назаралиевич
Waliev Sharali Nazaraliewich
Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет
The Moscow State Automobile & Road Technical University
Доцент/Associate Professor
E-mail: mosti.madi@mail.ru

Овчинников Игорь Георгиевич
Ovchinnikov Igor Georgiewich
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University
Профессор/Professor
E-mail: bridgesar@mail.ru

Требования к деформационным швам мостовых сооружений

Requirements to expansion joints of the bridge buildings

Аннотация: Исследование и классификация конструкций деформационных швов автодорожных мостов и требования, предъявляемые к ним. Зарубежный опыт эксплуатации деформационных швов, и рекомендации по их применению.

The Abstract: The survey and categorization design to expansion joints the car roads bridge and requirements, presented to him. The Foreign experience to usages to expansion joints, and recommendations upon their using.

Ключевые слова: Модульный деформационный шов; гребенчатый деформационный шов; классификация конструкций деформационных швов.

Key words: Modular expansion joint; finger expansion joint; categorization design to expansion joints.

Деформационные швы мостовых сооружений являются важными элементами мостового полотна, обеспечивающими плавный и безопасный проезд автотранспорта с дороги на мост и с одного пролетного строения на другое.

Проезжая часть мостовых сооружений обычно находится в тяжелых условиях эксплуатации. На нее непосредственно воздействуют всевозможные атмосферные факторы. Она в большей степени, чем пролетные строения, прогревается летом и имеет более низкую отрицательную температуру зимой, подвергается большому количеству колебаний температуры с переходом через 0°C. Покрытие проезжей части, а также деформационные швы во время гололеда обрабатываются специальными химикатами, как правило, на основе хлоридов, на них постоянно воздействуют значительные нагрузки.

Деформационные швы – наиболее уязвимые места мостового полотна. В них сосредотачиваются линейные деформации пролетных строений, что сопровождается существенным повышением напряжений в элементах, появлением значительных деформаций, а также сложными кинематическими взаимодействиями различных элементов швов между собой.

Рост интенсивности движения автомобилей на дорогах и мостах, особенно в районах расположения крупных городов, тенденция к увеличению осевых нагрузок от транспортных средств, применение в мостостроении лёгких и гибких сооружений со значительными прогибами от временной нагрузки – все это предъявляет к конструкциям деформационных швов особо высокие требования. Требования надежности и долговечности направлены на обеспечение возможности перемещения концов пролетных строений без перенапряжения и повреждения как элементов шва, так и пролетных строений; водо- и грязнепроницаемости; работоспособности в заданных диапазонах температур; надежности анкеровки в пролетном строении и сопряжения с конструктивными слоями проезжей части; предотвращения проникания влаги на плиту проезжей части (надежность гидроизоляции); устойчивости материала конструкций износу, удару и истиранию от действия транспортных нагрузок; невосприимчивости поверхности материалов к солнечным лучам, нефтепродуктам, солям, а также стойкости к воздействию льда, снега, песка.

Конструкции деформационных швов должны обеспечивать плавный проезд автомобильного транспорта; исключать стук, слышимый с проезжей части, противостоять вибрации; соответствовать условиям безопасности (исключать буксование, прокалывание шин); обеспечивать возможность осмотра и ухода, а также наращивания конструкций деформационного шва при укладке дополнительного слоя асфальтобетонного покрытия в процессе эксплуатации.

Технологические требования направлены на обеспечение: простоты изготовления, монтажа и замены элементов; максимальной заводской готовности конструкций швов; максимального количества стандартных деталей или узлов (унификации), минимальной стоимости.

Многочисленные обследования мостов и деформационных швов на них показали, что большинство конструкций деформационных швов не удовлетворяет требованиям, предъявляемым современными условиями эксплуатации. Нарушение работы деформационных швов приводит к существенным эксплуатационным расходам.

Недостатки применяемых конструкций деформационных швов объясняются недостаточной изученностью работы конструкций швов в пролетных строениях, отсутствием надежных методов расчета их конструкций и обоснованных критериев назначения допускаемых пе-

ремещений, отсутствием информации о характере взаимодействия движущегося автомобиля с конструкцией шва и об усилиях, передаваемых на шов, и т.д.

*Классификация конструкций деформационных швов
автодорожных мостов и требования, предъявляемые к ним*

В настоящее время известно большое количество различных швов и их отдельных узлов. По внешнему виду конструкции деформационных швов могут быть разделены на открытый, закрытый, заполненный и перекрытый типы (табл.).

Открытый тип шва имеет незаполняемый зазор между сопрягаемыми конструкциями. В швах закрытого типа зазор между сопрягаемыми конструкциями сверху закрыт покрытием проезжей части, уложенным без разрыва, а в швах заполненного типа зазор заполнен каким-либо материалом. В заполненных швах покрытие выполнено с разрывом, поэтому с проезжей части видны как кромки зазора, так и само заполнение. В швах перекрытого типа зазор между сопрягаемыми конструкциями перекрыт в уровне верха проезжей части каким-либо элементом.

Внутри каждого типа швы разделяются на подгруппы по признакам, которые характеризуют видовые изменения в конструкции, причем для каждого типа эти признаки различны. Так, для швов заполненного типа таким признаком служит материал заполнения (конструкции с мастичным заполнением и с резиновыми компенсаторами), а перекрытого - вид перекрывающего элемента (скользящий лист, перекрывающая железобетонная плита, гребенчатая плита и т.п.). В швах открытого типа перемещения концов пролетных строений вызывают изменение ширины видимой щели, в закрытых швах - деформацию асфальтобетонного покрытия, в заполненных - деформацию материала заполнения, а в перекрытых - смещение перекрывающих элементов относительно друг друга или относительно пролетного строения.

Таблица

Классификация конструкций деформационных швов

Тип шва	Вид конструкции шва	Разновидность конструкции шва
Открытый	С наличием стального окаймления	-
	Без стального окаймления	-
Закрытый	Без армирования покрытия	-
	С армированием покрытия	Нежесткое или жесткое армирование
Заполненный	С мастичным заполнением и наличием стального окаймления	-
	То же, без стального окаймления	-
	С заполнением из резины и наличием стального окаймления. То же, без стального окаймления	С предварительным обжатием резины или с приклейкой резины или же с механическим креплением резины
Перекрытый	Со стальным скользящим листом	Плоский лист или скошенный или же плавающий

	С гребенчатой плитой	Скользящая плита или консольная
	С откатными плитами	С цельной криволинейной плитой или же с члененными плоскими плитами

Опыт эксплуатации мостов, накопленный в Западной Европе, в частности, в Германии и Австрии, показал, что долговечность деформационных швов и гидроизоляции в подавляющем большинстве случаев определяют долговечность мостового сооружения. Огромное количество повреждений на мостах, зарегистрированное в конце прошлого века, вызвало большую дискуссию, направленную на поиск выхода из создавшейся ситуации. Назрела необходимость создания системы государственного контроля и допуска конструкций деформационных швов для применения в мостовых сооружениях. Суть этой системы состоит в следующем:

- создание нормативных требований к изделиям;
- назначение органов, производящих проверку соответствия изделий нормативным требованиям;
- процедура государственного допуска изделий на их применение в мостовых сооружениях - назначение органов, производящих вневедомственный контроль за изготовлением и монтажом изделий на предмет соответствия серийно изготавливаемой продукции тем экспериментальным образцам и тем техническим условиям, которые послужили основанием для разрешения на применение изделий.

Государство на основании рекомендаций специалистов определило перечень приоритетных технических требований, которым должны удовлетворять деформационные швы, установило порядок проверки соответствия этим условиям, и выполняет постоянный надзор за производством и монтажом, чтобы быть уверенным, что на практике применяются такие же изделия (швы), что и при процедуре допуска. Эта система в настоящее время действует в Германии и в Австрии, делаются попытки внедрить ее в США, ведутся переговоры по созданию общеевропейских норм.

Опыт Германии и Австрии доказал необходимость и целесообразность указанного подхода к применению деформационных швов в мостовых сооружениях. Для деформационных швов автодорожных мостов были сформулированы следующие основные требования:

1. Водонепроницаемость деформационного шва.
2. Долговечность и надежность (выносливость конструкций).
3. Минимальные затраты на эксплуатацию.
4. Минимальные реактивные усилия, передаваемые на несущие конструкции.
5. Возможность в широком температурном диапазоне равномерно регулировать зазоры между элементами швов, воспринимать перемещения пролетных строений во всех направлениях и плоскостях.
6. Возможность, при необходимости, редуцировать шумовую эмиссию в различных направлениях при проезде.

7. Простота и удобство монтажа.

Перечисленные выше семь пунктов, определяющие современную концепцию деформационных швов, послужили исходными предпосылками для разработки технических требований к применяемым конструкциям. Интенсивные дискуссии специалистов закончились разработкой и внедрением в Германии и Австрии перечня технических требований к деформационным швам всех существующих типов и методов их лабораторных испытаний на соответствие этим требованиям.

В Германии и Австрии спор между организациями, эксплуатирующими мосты и требовавшими в целях снижения расходов на ремонты и содержание мостов отказаться от посыпки проезжей части мостов хлоридсодержащими составами в зимний период, и организациями, отвечающими за безопасность движения и настаивающими на применении соли для посыпки, закончился полной победой последних. Это определило одно из главных требований к конструкции деформационного шва - её герметичность. Известно, что вода является практически врагом номер один для конструкций, особенно опасны агрессивные растворы на основе хлоридов.

Не менее важным является требование обеспечения выносливости конструкций деформационных швов. Исходным пунктом при этом является требование замены деформационных швов не ранее, чем через 20 лет, совместно с капитальным ремонтом сооружения. Поэтому и рассчитываться они должны, исходя из их расчетной долговечности - 20 лет, а испытываться в лаборатории эти конструкции должны, исходя из требуемой долговечности, - 30 лет (с коэффициентом запаса 1,5).

В рамках этой концепции были сформулированы правила, в соответствии с которыми в сооружениях, финансируемых из государственного бюджета, могут быть применены только те конструкции деформационных швов, которые разрешены к применению Министерством транспорта. В свою очередь, Министерство транспорта разрешает к применению только те конструкции, которые прошли испытания в соответствии с утвержденными нормами в определенных Министерством транспорта лабораториях, и изготовление и монтаж которых подвергаются вневедомственному контролю определенными государством независимыми учреждениями, располагающими квалифицированным персоналом.

По мнению немецких специалистов, для обеспечения этих требований нельзя допускать, чтобы какой-либо элемент деформационного шва выполнял несколько совмещенных функций. Это означает, например, что элемент, отвечающий за герметичность, не должен исполнять других функций, например, регулировать зазоры в шве и наоборот.

Обобщая изложенные требования к конструкциям деформационных швов, можно заключить следующее. Конструкция деформационного шва должна оставаться герметичной, не требовать технического ухода при эксплуатации, при механическом повреждении эластомерного материала позволять легко и надежно произвести замену. В конструкции деформационного шва по возможности должны отсутствовать болтовые соединения, поскольку при их наличии необходимо производить постоянный контроль и дотяжку этих соединений. Отсутствие такого контроля приводит к ослаблению и разрушению соединений, что, как показывает опыт применения эластомеров и гребенчатых конструкций швов, может приводить к тяжелым транспортным происшествиям. В конструкции деформационных швов следует избегать применения эластомерных материалов в качестве управляющих элементов. Эластомерные материалы способны регулировать раскрытия в швах только в очень узком диапазоне температур. При больших положительных или больших отрицательных температурах упругие характеристики эластомерных материалов существенно изменяются, и они не выполняют более свои

функции. Кроме того, начиная с определенной величины перемещений (примерно 400 мм), не удается достичь равномерного раскрытия деформационного шва, в котором в том или ином виде в качестве управляющих элементов использованы эластомерные материалы.

По мнению специалистов в области деформационных швов для мостовых сооружений, в будущем широкое применение должны найти деформационные швы следующих конструкций. Для малых перемещений - это швы, представляющие собой металлический прокатный профиль с замком с очень небольшими и жестко соблюдаемыми допусками на отклонение геометрических размеров в комплекте с эластомерным самозаклинивающимся при вертикальной нагрузке (грязь, камни) герметизирующим профилем. Конструкция эластомерного профиля позволяет легко его монтировать и демонтировать с помощью простых инструментов. Этот профиль можно также вулканизировать, что позволяет при повреждениях заменять его не на всю длину, а лишь поврежденный участок. Анкеровка профилей надежна и обеспечивает расчетную долговечность деформационных швов. Для швов больших перемещений - это конструкции с кинематическим управлением зазорами в шве. Эти конструкции представлены швами с поворотными траверсами. В этих конструкциях отсутствуют эластомерные материалы в управлении зазорами, и тем самым они становятся применимыми практически во всех климатических зонах. Эти конструкции допускают практически неограниченные перемещения во всех направлениях и плоскостях. С точки зрения ремонтпригодности, эти конструкции обладают неоспоримым преимуществом, поскольку абсолютно все элементы, способные выходить из строя, можно заменить с проезжей части, не обустраивая опоры снизу дорогостоящими подмостями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Илюшкин В.А., Овчинников И.И., Овсянников С.В. Инновационные технологии устройства мостового полотна на современных мостовых сооружениях.- Саратов. ИЦ «Рата». 2008. – 204 с.
2. Овчинников И.Г., Ефанов А.В., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Старовойтов Г.В. Проблемы проектирования деформационных швов мостовых сооружений//Мир дорог, март 2009, №38, с.41-45.
3. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Козлачков С.В. Особенности и проблемы эксплуатации деформационных швов мостовых сооружений. Красная линия. Дороги. СПб. 2012. №58. с 52-53.