

Статья получена с сайта <http://defshov.am-bridge.net>

При ссылке на статью использовать ссылку на сайт <http://defshov.am-bridge.net> или следующую информацию:

Ефанов А.В., Макаров В.Н., Овчинников И.Г. Проблемы обеспечения безопасности, комфортности и низкой шумовой эмиссии при движении транспорта по мостовому полотну с деформационными швами // Сб. материалов междунар. семинара «Конструкции покрытий проезжей части мостовых сооружений с интенсивностью движения более 7-8 тысяч авт/сут. с учетом климатических условий г. Москвы», 24-25 января 2006г. – М: ГУП «Гормост», 2006. – С. 23-31.

Информация об издании:

Конструкции покрытий проезжей части мостовых сооружений с интенсивностью движения более 7-8 тысяч авт/сут. с учетом климатических условий г. Москвы // Сб. материалов междунар. семинара 24-25 января 2006г. – М: ГУП «Гормост», 2006. – 65 с.

Проблемы обеспечения безопасности, комфортности и низкой шумовой эмиссии при движении транспорта по мостовому полотну с деформационными швами

инж. Ефанов А.В.,
к.т.н. Макаров В.Н.,

зав. кафедрой «Мосты и транспортные сооружения»
Саратовского государственного технического университета

д.т.н., профессор Овчинников И.Г.

(8452)525883, E-mail: mts@forpost.ru, URL: <http://defshov.am-bridge.net/>

Мостовое полотно автодорожных мостов является достаточно сложной конструкцией, в наибольшей степени влияющей на безопасность, комфортность и шумность движения транспорта по мосту. Мостовое полотно включает в себя, по крайней мере: дорожную одежду мостового полотна, систему водоотвода с поверхности проезжей части и деформационные швы, а также узлы сопряжения этих элементов. Современная позиция при проектировании мостового полотна должна включать рассмотрение работы мостового полотна как единой конструкции, надежность и долговечность которой зависит как от качественного испол-

нения ее составляющих, так и от условий их сопряжения между собой. Настоящая работа посвящена, в частности, анализу влияния деформационных швов на безопасность и комфортность движения по мостовому полотну, а также на надежность и долговечность эксплуатации как собственно деформационных швов, так и мостового полотна в целом.

История применения в автодорожных мостовых сооружениях деформационных швов (ДШ) началась со строительством первых многопролетных мостов. В этой связи перед инженерами встала задача обеспечить беспрепятственный пропуск транспортных средств по деформационным зазорам, имеющимся между пролетными строениями. В дальнейшем, с увеличением длин пролетных строений мостов и началом применения металла для изготовления пролетных строений, существенно возросли и их температурные деформации, что привело к необходимости деформационных зазоров существенной ширины. Движение по ним уже не было безопасным, что повлекло за собой применение ДШ, обеспечивающих, в том числе, безопасное и комфортное движение транспорта через деформационные зазоры между пролетными строениями мостов.

Тем не менее, окончательно решить проблему не удалось. При движении по ДШ моста пассажиры транспортного средства могут испытывать динамическое воздействие и вследствие разности жесткостей пролетного строения и конструкции ДШ, и из-за наличия участков разрушения дорожной одежды на сопряжении ДШ и дорожной одежды, и из-за возможных дефектов самого ДШ, и из-за разности отметок поверхности проезжей части и ДШ (возникающей, например, при укладке дополнительных слоев покрытия на мосту), а также из-за наличия разрывов и неровностей проезжей части, обусловленных конструктивным решением ДШ. В общем случае, повышение динамического воздействия на транспорт со стороны ДШ влечет за собой необходимость снижения допустимой скорости при движении по мосту, приводит к разрушению прилегающих участков покрытия и конструкций ДШ, повышенной шумовой эмиссии при проезде, повреждению пролетных строений, в том числе из-за усталости материала.

В нашей стране попытки оценить влияние динамического воздействия, зависящего от конструктивного решения ДШ, примененного в составе мостового полотна, ранее уже предпринимались [1]. Было установлено, что из комплексного влияния ДШ на автомобиль наиболее сильно выражено появление вертикальных ускорений при переезде через ДШ. Была определена предельно допустимая ширина разрыва проезжей части ДШ открытого типа из условий обеспечения плавности и комфортности движения. Она составила: около 60 мм при одиночном, 65...95 мм – при двойном, и 80...160 мм – при тройном разрыве проезжей части (последние два случая характерны для модульных ДШ при ширине продольных несущих балок ДШ 20...80 мм).

К сожалению, несмотря на это, в нашей стране отсутствуют нормативные требования к ДШ, регламентирующие их потребительские свойства и конструктивное исполнение. В зарубежных странах такие требования есть и, в частности, в Германии (для строительных норм которой характерен наиболее полный и

точный учет работы ДШ) для одиночного разрыва в проезжей части регламентируется максимальное значение в 65 мм.

Вместе с тем, некоторые европейские страны допускают применение на своей территории ДШ с раскрытием одиночного зазора до 80 мм и даже более, что объясняется, прежде всего, экономическими соображениями.

Кроме того, из соображений обеспечения безопасности и комфортности движения, нормы зарубежных стран регламентируют назначать конструктивное решение ДШ с учетом того, что: неровности мостового полотна между смежными поверхностями разной высоты в районе размещения ДШ должны быть не более 8,0 мм; максимальные уклоны поверхностей движения – не более 3%; в зоне тротуаров и велосипедных дорожек поверхность ДШ должна быть неразрывной (при этом неровности поверхности ДШ не должны превышать 5 ± 2 мм, считая от уровня пешеходного тротуара); если в зоне движения велосипедистов применяются гребенчатые ДШ, их конструкция не должна создавать разрывы в поверхности движения более 150 мм в направлении движения и 20 мм поперек направления движения; неравномерность ширины деформационного зазора (по длине) не должна быть более 10% от ширины зазора [3].

Необходимо также учитывать, что ДШ является участком с повышенной опасностью пробуксовки или проскальзывания шин автомобиля, поскольку поверхность ДШ чаще всего выполняется из металла, коэффициент сцепления которого с шиной автомобиля значительно ниже, чем с поверхностью асфальтобетона. Поэтому необходимо рифление поверхности ДШ, либо применение шероховатых накладок, обеспечивающих сцепление колеса с поверхностью ДШ не хуже, чем с дорожной одеждой на мосту. Свободны от указанной проблемы только ДШ закрытого типа и щебеночно-мастичные ДШ, обладающие сами по себе поверхностью с хорошим коэффициентом сцепления с шиной [4], притом равным коэффициенту сцепления на прилегающих участках покрытия мостового полотна. Щебеночно-мастичные ДШ можно рекомендовать к применению на мостах малых пролетов, однако при этом следует ориентироваться на рекомендуемую область их применения и другие ограничения [5].

Однако в любом случае необходимо, чтобы конструкция ДШ исключала скапливание и застаивание воды над поверхностью ДШ, поскольку это ведет к снижению коэффициента сцепления колеса с поверхностью покрытия моста.

Влияние дефектов и повреждений ДШ и прилегающих конструкций мостового полотна на безопасность и плавность движения транспортных средств весьма существенно. К примеру, в нашей стране, по результатам проведенного натурного эксперимента [2] были определены максимально допустимая скорость транспорта по ДШ из условий безопасности дорожного движения $[v]$, а также динамический коэффициент Δ_d при наличии повреждений в районе ДШ (табл. 1).

Как известно из практики, а также подтверждено данными табл. 1 одними из самых распространенных дефектов мостового полотна являются деформации и разрушения дорожной одежды на примыкании к конструкции ДШ, которые мо-

гут приводить к снижению безопасной скорости $[v]$ до недопустимо низких значений.

Таблица 1

Повреждение (дефект)	$[v]$, км/ч	$\Delta\mu$
Появление трещин в покрытии над деформационными швами или рядом с окаймлением по всей длине шва с разрушением кромок. Неровность до 5 мм в пределах зоны шва. Разрушение покрытия на отдельных участках (общей длиной до 50%), над швом или у окаймления. Неровности в пределах 20 мм. Стук металлических элементов.	Номинальная	1,0
Бугры из-за деформации слоев одежды в зоне швов высотой до 50 мм. Разрушение покрытия у шва на большей части длины. Разрушение заполнения на отдельных участках. Нарушение крепления скользящих листов (болты и пружины)	60	1,1
Значительные бугры из-за деформации слоев одежды в зоне шва высотой до 100 мм.	40	1,3
Разрушение покрытия у швов по всей длине. Разрушение окаймления, отрыв листов. Более сильные разрушения швов.	20	1,5

Эффективным способом предупреждения появления этих дефектов является выполнение переходных участков между ДШ и асфальтобетонным покрытием из полимербетона, обладающего демпфирующими свойствами [3], или из литого асфальтобетона. В последнем случае известен положительный опыт применения литого асфальтобетона на сопряжении с модульными ДШ конструкции «Mauger Söhne» на мосту у с. Пристанное Саратовской области, где уже в течение 6 лет эксплуатации узел примыкания покрытия к ДШ находится в хорошем состоянии [4] притом, что он ни разу не ремонтировался.

Разрушение покрытия (преимущественно из обычного асфальтобетона) на стыке с конструкцией ДШ может быть вызвано также независимыми деформациями дорожной одежды мостового полотна от перепадов температуры. В этом случае хорошие результаты может дать использование на стыке зазора шириной до 15 мм с заполнением мастикой.

Низкая шумовая эмиссия ДШ особенно важна в городских условиях. Указанное условие можно выполнить при помощи: упругих демпфирующих накладок, размещаемых на верхней поверхности ДШ; упругих демпфирующих прокладок, укладываемых для снижения грохота между элементами ДШ, подверженными действию динамических нагрузок; конструкций ДШ, обеспечивающих плавный и ровный проезд через ДШ и не содержащих частей, способных создавать грохот; конструкций ДШ, обладающих способностью при проезде транспорта через ДШ редуцировать шумовую эмиссию в различных направлениях.

Направление распространения шума играет важную роль, поскольку в случае городского моста, а особенно путепровода, уровень шума должен быть низким не только в уровне проезжей части, но и под мостом (путепроводом). Признанным решением в области малошумящих конструкций являются ДШ закрытого типа, щебеночно-мастичные ДШ, а также гребенчатые ДШ. В случае

последних, однако, может наблюдаться повышенная шумность под мостовым сооружением при относительно низком уровне шума на проезжей части.

Деформационные швы с упругим наполнителем, а также деформационные швы модульного типа считаются не вполне удовлетворительными решениями в отношении шумности при проезде (в том числе, и по признанию самих производителей), однако измерения уровня шумовой эмиссии таких швов (производства «Maurer Söhne»), проведенные на мосту у с. Пристанное [4], показали, что уровень шума в зоне деформационных швов не отличается от уровня шума на мосту, а также от уровня шума на подходах. Вероятно, большую роль в отношении шумности ДШ играет точность установки и ширина раскрытия модулей ДШ в момент измерения. Заметим, что у производителей модульных ДШ сейчас уже есть разработки, позволяющие снизить шумовую эмиссию (рис. 1).



Рис. 1. Накладки, снижающие шумовую эмиссию модульного ДШ

В завершение кратко коснемся вопросов эксплуатационной надежности ДШ отдельных типов.

В последнее время на территории России популярность получили ДШ с монолитными армированными компенсаторами, к примеру, типа WABOFLEX, Serviflex (Grace Construction Products Ltd), РСМ (СП «Россербмост») (более широкий перечень можно найти в [6]). Существенным недостатком, являющимся причиной большого числа дефектов ДШ подобного типа (ярко проявившимся, например, на мостовых сооружениях МКАД), является болтовое крепление упругих компенсаторов. Болты и гайки креплений предрасположены к разрушению и разбалтыванию под действием динамических нагрузок от транспорта, что создает небезопасные условия для дорожного движения. Выход из строя таких ДШ зачастую происходит из-за расслоения компенсаторов (отрыва упругого материала от армирующих листов). Все перечисленное приводит к быстрому разрушению прилегающих к ДШ участков проезжей части (приливов), что обусловлено, прежде всего, несовершенством конструкции таких ДШ. Все вышеописанное привело к тому, что зарубежные специалисты не рекомендуют использовать в мостах ДШ такого типа вообще [7].

Следует также заметить, что известная фирма Proseq производит ДШ гребенчатого типа под названием TENSA FlexFinger (рис. 2), которые предназначе-

ны для применения в автомагистралях с жестким покрытием и не предназначены для мостов. Это можно заключить даже исходя из конструктивных особенностей этих ДШ (прямое очертание пальцев, крайне малое расстояние между ними, не допускающее поворот в плане и горизонтальные смещения, особенности анкеровки и т.д.).

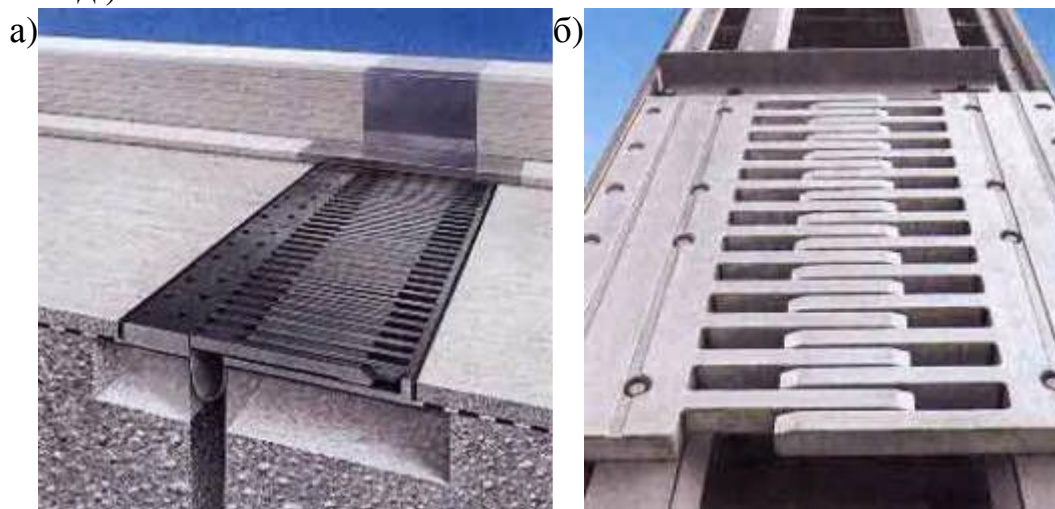


Рис. 2. Гребенчатые ДШ с прямыми пальцами для скоростных автомагистралей с жестким покрытием производства фирмы Proseq: а – ДШ с опертой гребенкой типа TENSA FlexFinger R; б – ДШ с консольными гребенками типа TENSA FlexFinger K

Гребенчатые швы, как уже говорилось, являются хорошим решением для городских мостов, поскольку обладают низкой шумовой эмиссией. Но упомянутые ДШ гребенчатого типа (с некриволинейным очертанием пальцев) не рассчитываются на повышенные (по сравнению с автодорогами) нагрузки и воздействия, практически не допускают пространственных перемещений пролетных строений, поскольку область применения таких конструкций – автомагистрали, а не мосты. В связи со сказанным, вызывает беспокойство тенденция применения таких ДШ (в частности, тех же ДШ типа TENSA FlexFinger) в отечественном мостостроении как ДШ, предназначенных для использования в автодорожных мостах (в основном, благодаря большей их доступности по сравнению с гребенчатыми ДШ, разработанными непосредственно для мостов) [3, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шестериков В.И. Деформационные швы в автодорожных мостах / В.И. Шестериков. – М.: Транспорт, 1978. – 151 с.
2. Шестериков В.И. Результаты исследования условий движения по мостовым сооружениям / В.И. Шестериков, А.В.Шестериков // Тр. ГП Росдорнии, НИЦ «Мосты», ОАО ЦНИИС. – М.: Информавтодор, 2002. – Вып. 12. – С. 71-82.
3. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: учеб. пособие / А.В. Ефанов, И.Г. Овчинников, В.И. Шестериков, В.Н. Макаров. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2005. – 173 с.

4. Овчинников И.Г. 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: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. – 214 с.
5. Ефанов А.В. Особенности работы и область применения щебеночно-мастичных деформационных швов мостовых сооружений // Сб. науч. тр. междунар. науч.-метод. межвузовского семинара «Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь», Могилев, 16-18 нояб. 2005г. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки РФ, ГУ ВПО "Белорусско-Российский Университет" – С. 146 - 151.
6. Деформационные швы автодорожных мостов: учеб. пособие / И.Г. Овчинников, В.В. Раткин, В.Н. Макаров, А.А. Пискунов. – Казань: КГСА, 2003. – 137 с.
7. Bridge Engineering Handbook. Chapter 25. Expansion Joints / R.J. Dornsife; Ed. by W.-F. Chen, L. Duan. – USA, Florida, Boca Raton: CRC Press, 2000. – P. 25-1 – 25-14.