

РОБОТА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ В ЗОНІ ПРИМИКАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ НА АВТОДОРОЖНИХ МОСТАХ

Кушнір О. В., *завідувач сектору*

Коваль П. М., *канд. техн. наук, професор*

Боднар Л. П., *завідувач сектору*

Панібратець Л. Г., *науковий співробітник*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»)

Мостове полотно, включаючи дорожній одяг і деформаційні шви (ДШ), від конструкції і якості виконання яких залежать і довговічність мостового полотна, і зручність і безпека руху по мосту, є найважливішими елементами мостів, що забезпечують експлуатаційні властивості.

Отже, проблема розробки конструкцій і технологій влаштування одягу їздового полотна і деформаційних швів, що забезпечують довговічність, яка наближається до терміну їх служби згідно з вимогами норм [1], є досить актуальною.

Обстеження і аналіз існуючого мостового полотна автодорожніх мостів показує, що конструкції мостового полотна та технології його влаштування, які традиційно застосовуються, не забезпечують необхідної довговічності дорожнього одягу [4]. На такому покритті вже через 2-3 роки виникають тріщини і інші дефекти. Основною причиною цього є те, що традиційні конструкції дорожнього одягу мостового полотна, що включають шари з різнорідних компонентів на різних в'язучих, не забезпечують спільної роботи їх як між собою, так і з залізобетонною плитою прогонової будови. Ця проблема більш виражена для покриття на ортотропних плитах. Але, згідно даних Аналітичної експертної системи управління мостами (АЕСУМ) ДП «ДерждорНДІ», в Україні більшість мостів залізобетонні – 94 % від загальної кількості мостів на дорогах загального користування.

Мета дослідження – виявити причини виникнення дефектів асфальтобетонного покриття на мостах в зоні примикання деформаційних швів і дати рекомендації із забезпечення надійної роботи комплексу «покриття – деформаційний шов».

Аналіз конструкцій деформаційних швів на мостах показує, що конструкція багатьох з них недосконала, а технологія їх влаштування потребує окремої уваги. Крім цього, варто відмітити безсистемне застосування сучасних конструкцій деформаційних швів без аналізу досвіду їх застосування. Тому, важливим є проведення порівняльного аналізу конструкцій сучасних деформаційних швів, моніторингу їх поведінки на мостах з метою розробки рекомендованих областей їх застосування.

Деформаційні шви є невід'ємною частиною мостів. При виникненні відмов у їх роботі швидко прогресує руйнування інших елементів, що різко знижує довговічність всього моста і комфортність руху по спорудах.

Деформаційні шви є статично та динамічно навантаженими елементами мостів [5]. Вони піддаються дії як температурних, кутових і лінійних переміщень, так і безпосереднього контакту з колесами транспортних засобів, і силам і впливу від їх комбінації [5, 6]. Вони повинні бути стійкими як до механічних впливів (динаміки, ударам, втоми, стирання), так і хіміко-фізичних дій (зимових реагентів, перепадів температури). Для того, щоб деформаційні

шви успішно справлялися з навантаженнями і впливами, до їх конструкції повинні пред'являтися високі вимоги [4-8], такі як:

- довговічність і надійність;
- забезпечення герметичності (на нижні конструкції не повинна потрапляти вода);
- сприйняття необхідних розрахункових переміщень у всіх напрямках;
- забезпечення комфортних умов руху через шов;
- стійкість шва до динамічного впливу від транспорту;
- стійкість конструкції до хімічного впливу.

З введенням в дію ДБН В.2.3-22-2008 [1] та ДБН В.2.3-20-2009 [2], було впроваджено нові вимоги до покриття на залізобетонній проїзній частині. Вона може мати різні конструкції, які забезпечують безремонтний строк служби гідроізоляції та покриття відповідно до табл. 4.4 [1]

У разі використання асфальтобетону для покриття проїзду застосовується конструкція з трьома шарами завтовшки не менше ніж $30 + 2 \times 40 = 110$ мм або з двома шарами загальною товщиною не меншою за 110 мм:

- 1) $30 + 2 \times 40 = 110$ мм;
- 2) $50 + 60 = 110$ мм.

У разі застосування для покриття проїзду епоксiasфальту, мастикасфальту або гусасфальту конструкція покриття приймається за окремими рекомендаціями.

Це дало поштовх для проведення робіт з удосконалення конструкцій і методів розрахунку дорожніх одягів на прогонових будовах мостів [3-4]. Але необхідно відзначити і той факт, що пошкодження асфальтобетонного покриття продовжують виникати. Тому необхідний детальний аналіз роботи дорожнього одягу саме на залізобетонній плиті і в зоні деформаційних швів.

У зв'язку з незадовільною експлуатацією (поява тріщин та напливів у верхньому шарі дорожнього одягу, порушення зчеплення між шарами) дорожнього одягу з щільного асфальтобетону на багатьох мостах, стали застосовуватися більш сучасні типи асфальтобетону – щебенево-мастиковий (ЩМА) і литий асфальтобетон (ЛА). Застосування литого асфальтобетону дозволяє зменшити ризик виникнення тріщин внаслідок його ефективної роботи на розтяг при згині. Межа міцності на розтягнення литого асфальтобетону становить 5,6 МПа, щільного – від 0,8 до 1,5 МПа. Таким чином, є можливість зменшити товщину дорожнього одягу до (70 – 80) мм, тоді як при використанні щільного асфальтобетону товщина дорожнього одягу повинна становити 110 мм. Але, маючи низькі зчіпні властивості, щільний асфальтобетон в основному знаходить своє застосування в нижньому шарі дорожнього одягу. Застосування ЩМА спільно з литим асфальтобетоном дозволяє отримати конструкцію дорожнього одягу з шарами однакової деформативності, що досягається використанням в основі обох шарів одного і того ж бітуму модифікованого полімером (БМП).

Аналіз результатів обстежень більше ніж п'яти тисяч мостів за допомогою АЕСУМ показує, що в Україні застосовуються такі деформаційні шви, як відкритий із сталевим облямуванням, відкритий без сталевго облямування, закритий без армування покриття, закритий з армуванням покриття, заповнений з мастичним заповненням і сталевим облямуванням, заповнений з мастичним заповненням без сталевго облямування, заповнений з резиновим компенсатором зі сталевим облямуванням, заповнений з резиновим компенсатором без сталевго облямування, перекритий зі сталевим ковзним листом, перекритий із гребінчатою плитою, перекритий з відкатними плитами (рис. 1). З них 75 % закриті ДШ (74% без армування асфальтобетонного покриття, тобто з максимальною

ШТУЧНІ СПОРУДИ

амплітудою переміщень 10 – 15 мм і 1 % ДШ з армуванням асфальтобетонного покриття, переміщення 15 – 20 мм), 5 % – заповнених ДШ, 2 % – вікритих ДШ і 2 % – перекритих ДШ, у 16 % обстежених мостів ДШ відсутні.

Тобто, фактично, ми маємо ситуацію, коли на малих залізобетонних мостах, влаштовуються або закриті ДШ, або ДШ не влаштовуються взагалі.



Рисунок 1 – Розподіл деформаційних швів мостів на дорогах загального користування, %

Деформаційні шви закритого типу (рис. 2) є оптимальним рішенням для найменших переміщень. Одним із визначальних факторів для їх застосування є простота їх конструкції. Переміщення прогонових будов сприймаються за рахунок пружної деформації дорожнього одягу (асфальтобетону), покладеного над проміжком, часто без застосування для компенсації переміщень будь-яких додаткових заходів. Для даного типу ДШ використовується тріщиностійкі асфальтобетонні покриття. Проміжок між суміжними прогоновими будовами в ДШ закритого типу перекривається опорним елементом (рис. 2), що представляє собою металеву пластину, яка служить основою для дорожнього одягу або пружним ущільнювальним елементом, який виконує, крім опорної, ще й функцію додаткової гідроізоляції. Функцію основної гідроізоляції ДШ виконує, як правило, гідроізоляція дорожнього одягу мостового полотна, яка може нерозривно проходити над швом.

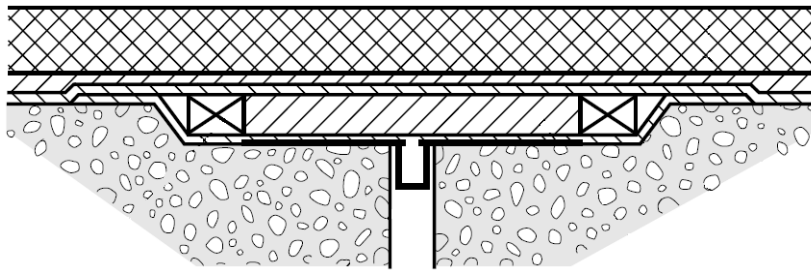


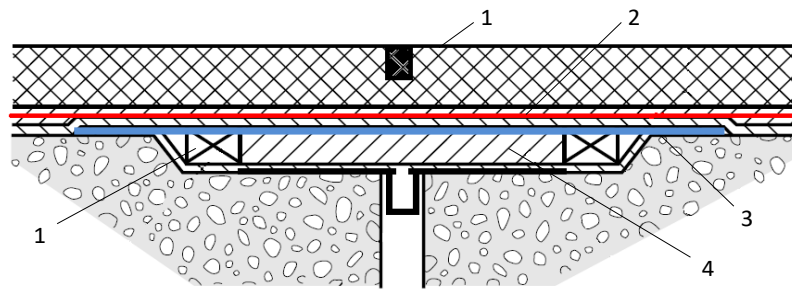
Рисунок 2 – Конструкція деформаційного шва закритого типу

Основні дефекти ДШ закритого типу – наявність в асфальтобетонному покритті напливів і тріщин в зоні шва, відсутність герметичності (рис. 3). Це пояснюється низькою деформативністю звичайного асфальтобетону (особливо при негативних температурах). Асфальтобетони, що застосовуються в дорожньому будівництві допускають розтягнення з урахуванням реологічних властивостей матеріалу до 0,3-0,6% від початкового розміру при температурах - 20 °С, внаслідок чого при ширині деформаційного проміжку 5 см тріщини утворюються навіть при переміщеннях кінців прогонових будов до 10 мм (в області від’ємних температур) [9-11]. Практично, переміщення кінців прогонових будов в автодорожніх мостах значно перевищують цю величину. Можливе утворення тріщин навіть від добових коливань температур повітря. Виявлені тріщини розташовані або по краях опорного елемента, або посередині деформаційного проміжку (по осі ДШ).

У ДШ закритого типу зі звичайним асфальтобетонним покриттям є ще один недолік – водопроникність асфальтобетонного покриття. У зв'язку з цим, в таких конструкціях не можна обійтися без застосування додаткового гумового компенсатора, що ущільнює деформаційний зазор (рис. 4, п. 1 зверху).



Рисунок 3 – Деформаційні шви а) і б) закритого типу, в) заповнений з мастичним заповненням і сталевим облямуванням



1 – еластичний заповнювач (мастика); 2 – армування дорожнього одягу; 3 – гідроізоляція мостового полотна; 4 – металевий або пружний опорний елемент

Рисунок 4 – Деформаційні шви закритого типу з деформаційним проміжком

В даний час існують кілька способів підвищення тріщиностійкості асфальтобетонного покриття:

- підвищення деформативних властивостей асфальтобетону, що укладається в зоні ДШ;
- збільшення товщини покриття;
- відділення опорного елемента пружними прокладками;
- армування покриття над ДШ;
- прорізування покриття над ДШ із заповненням прорізів пластичним матеріалом;
- комбінований спосіб.

Поліпшення асфальтобетону, а саме, підвищення його деформативних властивостей, пов'язано з поліпшенням таких показників: межі міцності, відносного подовження і швидкості релаксації напружень в асфальтобетоні. Зазначені показники можуть бути покращені, наприклад, за допомогою спеціальних добавок в асфальтобетон. Однак, в даний час кращі результати можуть бути досягнуті в разі застосування в якості покриття литого асфальтобетону на основі БМП.

За кордоном накопичено значний досвід застосування ДШ, в яких тріщиностійкість асфальтобетону підвищена за рахунок його армування, прорізування покриття над ДШ із заповненням прорізів пластичним матеріалом (мастикою) або комбінованим шляхом (рис. 3, ДШ з деформаційним зазором і армуванням асфальтобетону).

За підсумками проведених за кордоном досліджень було встановлено доцільність нежорсткого армування асфальтобетону (сітками з міцних поліефірних ниток, нейлону, скловолкна), а в деяких випадках – з одночасним поліпшенням деформативних властивостей асфальтобетону за рахунок спеціальних добавок [11].

Сучасний підхід до проектування мостових споруд вимагає чіткого розуміння специфіки роботи ДШ в прогоновій будові, вироблення вимог до технології влаштування, створення посібників з проектування, виготовлення та експлуатації ДШ. На період їх розроблення можливим є застосування для вітчизняних мостів зарубіжних конструкцій ДШ, що проектуються згідно з існуючими за кордоном нормами. Це породжує нову проблему. За відсутності об'єктивної інформації інженеру-мостовик складно вибрати конструкцію ДШ для застосування.

І хоча в 2014 році введено в дію СОУ 42.1-37641918-111 [12], залишаються проблеми недостатньої поінформованості інженерів про існуючі в світі конструкції ДШ і про їх роботу в мостах, а також притаманну їм область застосування, переваги і недоліки, характерні дефекти.

З огляду на існуючі обставини за кордоном досить давно ДШ стали проектуватися на підставі ретельно опрацьованих і науково обґрунтованих методів розрахунку, а виготовлятися з жорсткими допусками з якісних і довговічних матеріалів, що відповідають найвищим вимогам по міцності і витривалості. Не випадково випуск найбільш досконалих в технічному плані ДШ був освоєний зарубіжними фірмами, основною спеціалізацією яких було виробництво машинобудівної продукції, а не будівельних конструкцій і виробів. За складністю конструкції, характеру роботи і специфіки виготовлення сучасні ДШ мостів (особливо мостів з великими прогонами) відносяться більше до механізмів, ніж до будівельних конструкцій.

В цьому відношенні найбільш показовий досвід німецької фірми «Maurer Söhne». Ця фірма є загально визнаним лідером у виробництві ДШ. Спираючись на свій великий досвід, фахівці фірми «Maurer Söhne» сформулювали і використовують наступний підхід до конструювання ДШ: всі елементи ДШ повинні бути розмежовані за своїм функціональним призначенням. При цьому не допускається суміщення функцій елементів ДШ. Так, елемент, який відповідає за гідроізоляцію ДШ, не повинен регулювати переміщення в проміжку ДШ, а елемент, що несе навантаження, не повинен використовуватися, наприклад, для анкерування. Основні елементи ДШ можна розділити на групи за функціональним призначенням: несучі елементи, гідроізолювальні елементи, анкерні елементи і регулювальні проміжок елементи. Крім того, можуть бути застосовані демпфірувальні елементи, опорні елементи (для несучих елементів), елементи, які зменшують шумову емісію та інші. Описаний підхід дає найкращі результати в разі деформаційних швів складної конструкції (багатоеlementних), що працюють під найбільш інтенсивними навантаженнями. Якщо ж сама конструкція ДШ концептуально не допускає розмежування деяких елементів (наприклад, в разі щебеневих-мастичних ДШ або ДШ закритого типу), то такий підхід виявляється не цілком прийнятним.

Конструкція сучасного деформаційного шва повинна забезпечувати виконання ряду вимог, які мало залежать від власне конструкції і типу ДШ і визначаються, перш за все, необхідними споживчими властивостями конструкції:

- комфорт, безпека проїзду і переходу через міст, зниження рівня шуму, дотримання екологічних вимог та естетики споруди;
- надійність, довговічність конструкції ДШ, низькі амортизаційні витрати, простота обслуговування і ремонту, доступність найбільш відповідальних вузлів і деталей для контролю їх стану або заміни;
- зниження вартості КДШ і їх установки при збереженні основних технічних характеристик і якості виконання;
- універсальність конструкції ДШ, яка дозволить застосовувати ту чи іншу систему ДШ без змін (або з незначними змінами) на мостах з різною конструктивною схемою, різними габаритами, при будь-якій конструкції мостового полотна та при прогонових будовах, виготовлених з різних матеріалів, а в разі залізобетонних плит проїзної частини – при різних схемах армування.

Висновки

Експлуатаційна якість транспортної споруди в однаковій мірі визначається не тільки якістю покриття проїзної частини мосту і зони примикання дорожнього одягу до деформаційних швів, але і якістю влаштування і конструкцією деформаційного шва, що забезпечує комфортність проїзду транспортних засобів і довговічність самої інженерної споруди.

Численні обстеження мостів і деформаційних швів на них показали, що більшість конструкцій деформаційних швів не задовольняє вимоги сучасних умов експлуатації. Порушення роботи деформаційних швів призводить до суттєвих експлуатаційних витрат на їх

ремонт і очистку, ремонт прогонових будов і опорних частин сприяє виникненню дефектів (напливів, тріщин) асфальтобетонного покриття в зонах примикання ДШ. Для уникнення виникнення цих дефектів автодорожнього покриття необхідно вдосконалити технологію влаштування ДШ.

Недоліки конструкцій деформаційних швів, що застосовуються пояснюються рядом причин: недостатньою вивченістю роботи конструкцій швів прогонових будов, відсутністю чітких даних про характер взаємодії рухомого автомобіля з конструкцією шва і про зусилля, що передаються на шов, і т.д. Тому необхідне вивчення роботи конструкцій деформаційних швів і розробка основ їх проектування та технології влаштування, також вивчення досвіду експлуатації кращих зразків швів.

Технологічні вимоги до ДШ спрямовано на забезпечення: простоти виготовлення, монтажу та заміни елементів, максимальної заводської готовності конструкцій швів, максимальної кількості стандартних деталей або вузлів (уніфікації), мінімальної вартості.

Література

1. ДБН В.2.3-22-2008 Споруди транспорту Мости та труби. Основні вимоги проектування
2. ДБН В.2.3-20-2008 Споруди транспорту Мости та труби. Виконання та приймання робіт
3. Коваль П. М. Характеристика технічного стану існуючих мостів України // Дороги і мости: зб. наук. ст.. – Київ, 2003. – Вип.1. – С. 15 –22.
4. Онищенко А. М. Методика прогнозування деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття на мостах / Онищенко А. М., Невінгловський В. Ф., Різніченко О. С., Аксьонов С. Ю. // Містобудування та територіальне планування. – Київ, 2012. – Вип.45. – С.83 – 87.
5. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: учеб. пособие / И. Г. Овчинников, В. И. Шестериков, А. В. Ефанов, В. Н. Макаров. Саратов: СГТУ, 2005. 173 с.
6. Ефанов А. В., Овчинников И.Г. Деформационные швы мостов: современное состояние проблемы // Вестник Саратовского государственного технического университета Выпуск № 1 / том 4 / 2006
7. 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: СГТУ, 2004. 214 с.
8. Dornsife R. J. 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.
9. Шестериков В.И. Деформационные швы в автодорожных мостах / В. И. Шестериков // -М.: Транспорт, 1978. - 151 с.
10. Шестериков В. И. Ремонт конструкций деформационных швов с металлическим окаймлением / В. И. Шестериков // Автомобильные дороги: обзорн. информ. -М.: Информавтодор, 2001. - Вып. 7. - 68 с.
11. А. В. Ефанов, И. Г. Овчинников, В. И. Шестерников, В. Н. Макаров. Деформационные швы автодорожных мостов: Особенности конструкции и работы // Пособие Деформационные швы автодорожных мостов. Особенности конструкции и работы. Учебное пособие, – 2005, – Саратов.
12. СОУ 42.1-37641918-111:2014 Споруди транспорту. Деформаційні шви автодорожніх мостів. Вимоги до вибору та влаштування.