

необхідну міцність, деформативність, тріщиностійкість цього елемента споруди та сумісну просторову роботу балок прогонової будови.

1. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування: ДБН В.2.3-14:2006 – [чинний від 2007-02-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 259 с. – (Державні будівельні норми України). 2. Клименко Ф.Е. Сталебетонные конструкции с внешним полосовым армированием / Ф.Е. Клименко. – К.: Будівельник, 1984. – 88 с. 3. Монолитные перекрытия зданий и сооружений / [Санников И.В., Величко А.В., Сломонов С.В., Бимбад Г.Е., Томильцев М.Г.] – К.: Будівельник, 1991. – 152 с. 4. Коротин В.Н. Применение несъемной металлической опалубки "Steelcomp" при сооружении сталежелезобетонного пролетного строения моста через р. Медведку / В.Н. Коротин, Е.Н. Бирюков, С.Г. Вейцман, А.И. Дмитриев, Н.В. Смирнов // Вестник мостостроения. – 2000. – № 1–2. – С. 45–49.

УДК 624.078.3

П.М. Коваль, Р.І. Полюга, А.Є. Фаль

Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна, м. Київ

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ В УКРАЇНІ

© Коваль П.М., Полюга Р.І., Фаль А.Є., 2010

Відзначено незадовільний стан деформаційних швів транспортних споруд в Україні, відсутність нормативного забезпечення в цій галузі. Розглянуто перший український нормативний документ – “Рекомендації з проектування деформаційних швів у конструкціях мостів”. Наведено основні положення рекомендацій, вимоги до деформаційних швів, їхні характеристики, сучасна класифікація.

Ключові слова: деформаційний шов, рекомендації з проектування, водонепроникна конструкція шва.

The poor functional properties of expansion joints on bridges in Ukraine and absence of technological normative documents are described in the paper. The first ukrainian normative document “Design guidelines for expansion joints of bridges” is introduced. The fundamentals, main requirements for expansion joints, their characteristics, modern classification are brought.

Keywords: expansion joint, guidelines for design, watertight joints.

Постановка проблеми. Численні обстеження мостів показують, що більшість конструкцій деформаційних швів, що застосовувались в останні 10–30 років в Україні, не відповідають вимогам сучасних умов експлуатації. Порушення роботи швів призводить до істотних експлуатаційних витрат на їх ремонт, антикорозійний захист й очищення прогонових будов, опор, ригелів, опорних частин, отже, всіх основних елементів. Окрім цього, від стану деформаційних швів безпосередньо залежить безпека руху на мості як транспорту, так і пішоходів А з розвитком мостобудування та збільшенням інтенсивності і ваги транспортних засобів вимоги до деформаційних швів зростали, їх конструкції вдосконалювались, і на сучасному етапі розвитку вони стали одними із найвідповідальніших елементів моста, від надійної роботи яких залежить роботоздатність та довговічність всієї споруди.

Недоліки конструкцій деформаційних швів пояснюються низкою причин: недостатнім рівнем вивчення роботи конструкцій швів у прогонових будовах, відсутністю методів розрахунку їх конструкцій та обґрунтованих критеріїв призначення допустимих переміщень, відсутністю чітких даних про характер взаємодії автомобіля з конструкціями шва і зусиль, що передаються на них. Як наслідок, в Україні були відсутні будь-які нормативні документи, що зумовлюють проектування, виготовлення, експлуатацію деформаційних швів.

Аналіз основних досліджень і публікацій. На територіях, що входили до складу СРСР також практично не було відповідних норм щодо проектування деформаційних швів. Винятком були тільки рекомендації [1], відповідно до яких проектувались конструкції деформаційних швів, що широко застосовувались на території СРСР: закритий з металевим компенсатором, з ковзним листом, з гумовим компенсатором типу К-8 тощо. Як показав досвід експлуатації, ці конструкції мають істотні недоліки, внаслідок чого ці типи деформаційних швів не рекомендують використовувати. Тимчасові вказівки [2] з влаштування швів з гумовими компенсаторами мали вузький діапазон використання (при прогонах > 24 м). Інші нормативні документи [3, 4] більшою мірою обумовлювали утримання та ремонт вже наявних конструкцій. Не було вказівок, що чітко б визначали галузь використання того чи іншого типу шва залежно від величини переміщень, навантажень тощо.

Зазначимо, що спільних європейських нормативних документів щодо деформаційних швів немає. Нині існує тільки перша редакція рекомендацій з видавання технічних свідоцтв виробникам деформаційних швів для автодорожніх мостів [5]. Натомість у Німеччині прийнятий документ [6], згідно з яким конструкції швів, що допущені до використання, проходять процедуру підтвердження їх придатності, а також відповідності додатковим технічним нормам [7, 8].

У Великобританії діють нормативні документи [9, 10], що обслуговують сферу деформаційних швів: у першому документі наведені загальні вимоги щодо конструкцій деформаційних швів, загальні засади їх розрахунку, у другому – рекомендації щодо вибору і влаштування різних типів деформаційних швів, подані визначення кожного з типу швів, наведені принципові схеми влаштування.

Мета роботи – створення документа, що унормовував би сферу проектування та влаштування деформаційних швів. Для цього необхідно вивчити чинну нормативну базу та літературні джерела щодо проектування та влаштування деформаційних швів, аналізуючи як вітчизняний, так і іноземний досвід. Результатом роботи має бути нормативний документ, призначений для використання проектними організаціями при новому будівництві, ремонті та реконструкції транспортних споруд, а також будівельними й експлуатаційними організаціями, які виконують роботи з будівництва та експлуатаційного утримання мостів на автомобільних дорогах загального користування.

Виклад основного матеріалу. У 2009 році у ДерждорНДІ на замовлення Укравтодору були розроблені рекомендації з проектування деформаційних швів у конструкціях мостів. Вже створена й експлуатується на мостових спорудах велика кількість типів деформаційних швів. Постійне прагнення до вдосконалення роботи деформаційних швів на мостах породило велике різноманіття цих конструкцій. У основу роботи різних конструкцій деформаційних швів були покладені різні принципи, різні деформаційні шви мали свої переваги і недоліки, межі раціонального застосування. Відсутність методик розрахунку таких конструкцій сприяла тому, що деякі з влаштованих раніше на мостах деформаційних швів показали задовільні результати роботи, інші ж – за не цілком відомих причин відмовляли через 2–3 роки експлуатації. Аналізуючи накопичений досвід створення і використання конструкцій деформаційних швів, проектувальники зупинилися на порівняно невеликій кількості принципових рішень деформаційних швів, що зарекомендували себе як найкращі.

Але часто інженери-проектанти не володіють достатньою інформацією про поширені у світі конструкції деформаційних швів, не знають про їх поведінку у транспортних спорудах, сфери застосування, недоліки і переваги. Тому одним із основних положень Рекомендацій є те, що при проектуванні транспортних споруд вибір деформаційних швів, які є на ринку, відбувається висуванням вимог (експлуатаційних, технологічних, надійності та довговічності) до конструкції шва та розрахунком переміщень кінців прогонових будов, що сполучаються.

Для забезпечення довговічності як самих конструкцій деформаційних швів, так і конструкцій споруд, розміщених під ними, однією з найважливіших вимог є герметичність деформаційного шва. Конструкція шва є герметичною, якщо гідроізоляційний бар'єр проходить у верхній частині деформаційного шва й утворює нерозривну систему з гідроізоляцією мостового полотна, при якій вода не проходить через його конструкцію і не потрапляє на елементи, розміщені нижче. Отже, конструкції швів з водозбірними лотками, влаштованими під ними, не вважаються водонепроникними. Тому в Рекомендаціях є вимога використовувати тільки герметичні конструкції.

Наступною важливою вимогою Рекомендацій є те, що до використання допускаються конструкції деформаційних швів, виготовлені відповідно до проектів чи технічних умов, затверджених у

встановленому порядку. Окрім цього, деформаційні шви як іноземних, так і вітчизняних виробників допускається використовувати після підтвердження придатності їх використання відповідно до постанови Кабінету Міністрів [11]. Для виконання перевірки придатності визначають виконавців з-поміж базових організацій з науково-технічної діяльності згідно з [12] за відповідними напрямками діяльності (у цьому випадку такою організацією є ДерждорНДІ). Така вимога унеможливорює використання неперевіраних конструкцій швів та тих, що мають негативний досвід експлуатації як в Україні, так і за її межами, або обмежується діапазон їх використання.

Також в основних положеннях рекомендується при виборі деформаційного шва вибирати конструкції, що при експлуатації вимагають якомога менше обслуговування протягом розрахункового терміну служби (відсутність змащування та донатягування болтів, пружин, їх заміна тощо). Якщо конструкція шва таки передбачає метизні з'єднання, необхідно надавати перевагу метизам із нержавіючої сталі або із захисним металізованим покриттям. При техніко-економічному порівнянні кількох вибраних варіантів деформаційних швів необхідно порівнювати не тільки безпосередню вартість їх конструкцій, але й враховувати вартість періодичних ремонтів, їх заміни.

Відповідно до вимог чинних норм з проектування мостів [13] розрахунковий термін служби деформаційних швів повинен становити не менше ніж 20 років, у разі складних конструкцій рекомендується не менше ніж 50 років. Передбачається, що конструкція деформаційного шва замінюватиметься під час капітального ремонту споруди. При експлуатації кінці прогонових будов повинні переміщуватись без пошкоджень та напружень у трьох взаємно перпендикулярних площинах, відповідно і конструкція деформаційного шва повинна сприймати такі переміщення (рис. 1). Необхідно враховувати як лінійні, так і кутові переміщення.

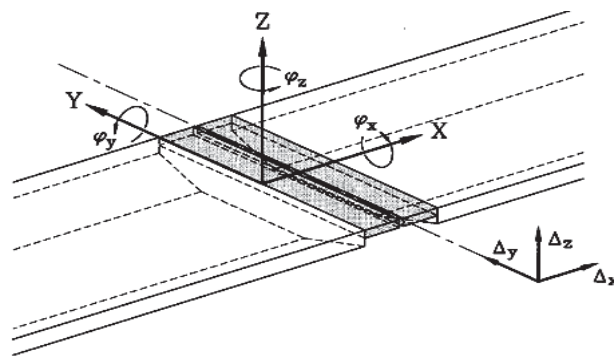


Рис. 1. Переміщення кінців прогонових будов, що слід враховувати при підборі деформаційних швів

Відповідно до вимог експлуатаційних властивостей конструкції деформаційних швів повинні забезпечувати плавний проїзд автотранспорту, для чого розміри зазорів та нерівностей у межах шва повинні задовольняти такі умови (рис. 2):

- нерівності між мостовим полотном і суміжними поверхнями в зоні деформаційного шва повинні бути не більшими, ніж 3,0 мм;
- найбільші ухили нахилених поверхонь 3 %;
- ширина зазору деформаційного шва в зоні проїзної частини повинна бути не більшою, ніж 70 мм.

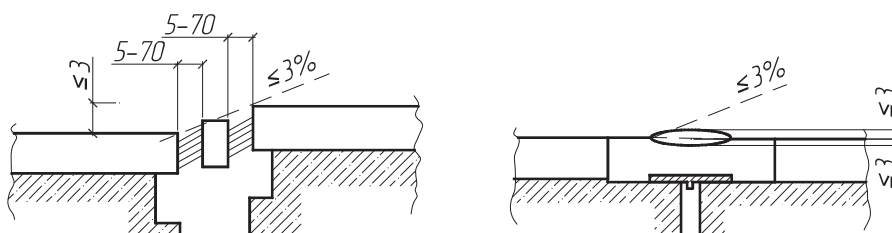


Рис. 2. Найбільші допустимі розміри зазорів та нерівностей у зоні деформаційного шва

Також у Рекомендаціях наведена нова класифікація типів деформаційних швів (рис. 3). На необхідність вдосконалення прийнятої класифікації [14] вказувалось і раніше [15].

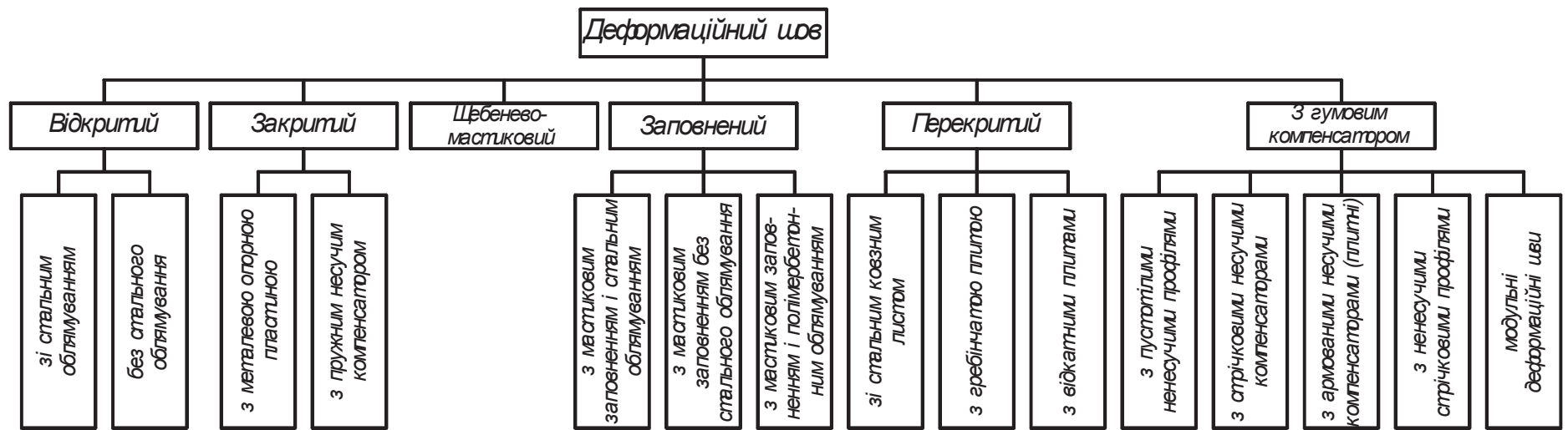


Рис. 3. Класифікація типів деформаційних швів

Так, щебеневно-мастиковий тип шва (рис. 4, б) розглядається не як різновид закритого чи заповненого типу, а виділяється окремо, оскільки щебеневно-мастикове заповнення є несучим (тобто сприймає і передає навантаження від транспорту), тоді як в швах заповненого типу мастикове заповнення сприймає тільки переміщення прогонових будов і виконує герметизуючі функції. Окрім цього, щебеневно-мастикові шви є завершеною конструкцією, елементи якої необхідно проектувати окремо від інших, тоді як шов закритого типу прив'язаний до конструкції дорожнього одягу і влаштовується без його переривання.

А шви з еластомерними компенсаторами (рис. 4, г, д, е) виділяються в окремий вид, що визначається не за характером роботи, а за застосованим матеріалом – еластомером, оскільки ці шви мають ознаки як заповнених, так і перекритих деформаційних швів.

Подано характеристики кожного типу шва. Наприклад, застосування швів закритого типу (рис. 4, а) є можливим при незначних поздовжніх (<10-15 мм) та вертикальних переміщеннях (<1,3 мм). Їх не рекомендується застосовувати на дорогах I – III категорії [10].

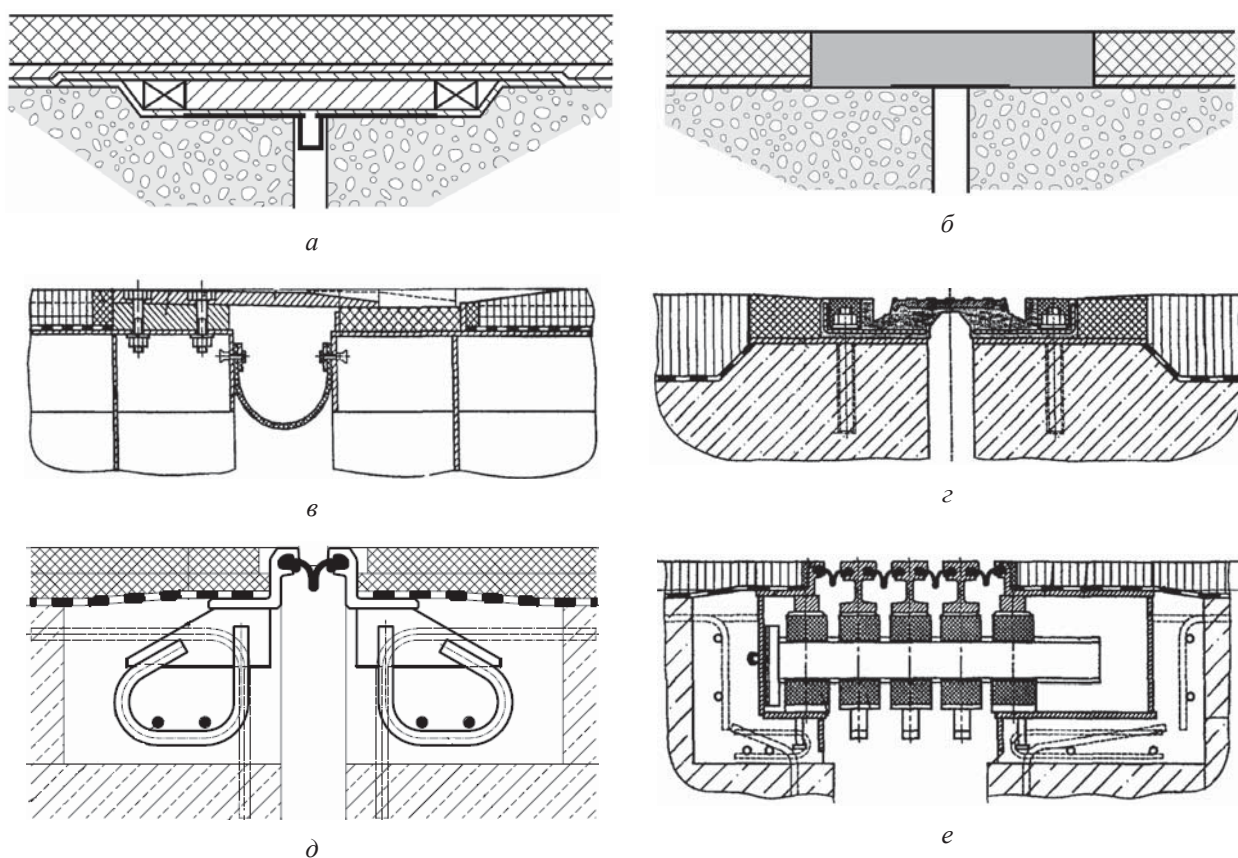


Рис. 4. Типи деформаційних швів

Що стосується щебеневно-мастикових швів (рис. 4, б), то вітчизняний та закордонний досвід експлуатації показав [8, 16], що величину найбільших переміщень рекомендується обмежити до 30 мм, або сферу застосування – для тимчасового використання до влаштування капітальної конструкції [16, 17]. Причиною цього є те, що щебеневно-мастикові шви не можуть забезпечити розрахунковий термін служби не менше ніж 20 років. Їх не рекомендується влаштовувати на дорогах I – II категорії, при значних перепадах вертикальних переміщень (>3 мм), в місцях інтенсивного гальмування – розгону автотранспорту (біля світлофорів, на смугах розгону – гальмування тощо) [10, 16].

Шви перекритого типу (рис. 4, в) не рекомендують застосовувати через їхні істотні недоліки, такі як негерметичність, складність обслуговування, корозійні пошкодження металу, розладнання болтових з'єднань, динамічні навантаження при проїзді (для ковзних листів) [14, 17]. Виняток становлять гребінчасті консольні шви, які рекомендується застосовувати в населених пунктах, коли є важливими вимоги безшумності проїзду як в рівні проїзду, так і під прогоновими будовами.

Вітчизняний та закордонний досвід експлуатації виявив недосконалість конструкції шва з армованим несучим компенсатором (рис. 4, г) [10, 16, 18]. В процесі експлуатації цей тип шва передчасно виходить з ладу і становить потенційну загрозу для учасників дорожнього руху внаслідок руйнування шпилькового кріплення конструкції до прогонової будови.

Широко застосовувати на всіх транспортних спорудах [17, 18] рекомендується модульні та одно-профільні шви як частковий їх вид (рис. 4, д, е). Конструкція відповідає вимогам водонепроникності, міцності, довговічності і нині є однією із найефективніших конструкцій. Використання конструкцій інших типів швів, що не поширені в Україні, можливе для експериментального застосування.

Для конструкцій інших типів швів, що не поширені в Україні, можливе лише експериментальне застосування.

У Рекомендаціях наведені основні принципи підбору деформаційних швів. Так, при розрахунку переміщень деформаційного шва (рис. 1) слід враховувати такі фактори: температурні впливи, усадка і повзучість бетону, рухомі навантаження, поперечні переміщення (для широких, косих, вигнутих мостів), просідання опор (вертикальні та горизонтальні переміщення) тощо. При цьому враховують конструкції опорних частин і жорсткості опор, що працюють сумісно з прогоновими будовами. Необхідність врахування того чи іншого фактора визначається проектувальником.

Важливими є положення Рекомендацій щодо виготовлення та влаштування деформаційних швів, основних конструктивних вимог до проектування деформаційних швів, вимог до матеріалів. Відомо, що часто попри задовільну роботу шва внаслідок динамічних впливів транспорту та концентрації напружень руйнується ділянка асфальтобетону, що примикає до нього. Тому, щоб запобігти утворенню тріщин і руйнуванню цих ділянок, рекомендується між деформаційними швами та проїзною частиною влаштувати перехідні зони із полімербетону (рис. 5) або литого асфальтобетону завширшки від 1,5 м до 2,0 м. Також рекомендується влаштувати дренаж вздовж деформаційних швів (конструкція визначається проектантом) для відведення води, яка проникає крізь асфальтобетонне покриття.

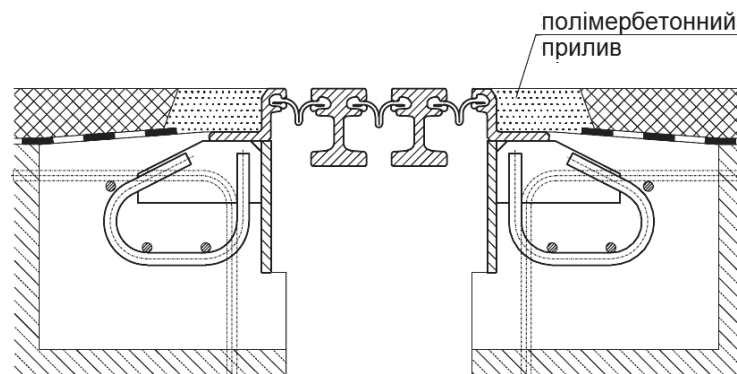


Рис. 5. Посилення ділянок покриття проїзної частини, що примикає до деформаційного шва, влаштуванням полімербетонних приливів

Висновки. Отже, в Україні розроблено перший вітчизняний нормативний документ, який регламентує проектування та влаштування деформаційних швів. Прийняття рекомендацій матиме довгостроковий економічний ефект, зумовлений збільшенням ресурсу експлуатації транспортних споруд та зменшенням витрат на ремонти автодорожніх мостів. Це буде можливим завдяки застосуванню сучасних типів деформаційних швів, які відповідатимуть вимогам герметичності, комфортності проїзду, довговічності, низьких експлуатаційних витрат.

Проте галузі потрібен нормативний документ, що буде обумовлювати методи і засоби перевірки конструкцій деформаційних швів щодо вимог, які висуваються до них, як в лабораторних, так і в натурних умовах. Такий документ буде близьким до німецьких технічних норм постачання та контролю деформаційних швів [6], відповідно до яких здійснюється перевірка відповідності вимогам та підтвердження їх придатності до використання.

1. Методические рекомендации по проектированию и устройству конструкций деформационных швов в автодорожных и городских мостах и путепроводах. – М.: Минтранс СССР, Союздорнии, 1980. – 85 с. 2. Временные указания по устройству деформационных швов с резиновыми компенсаторами в пролетных строениях мостов: ВУ-6-64. – К.: Оргавтодорстрой: МАТШД УССР, УкрдортрансНИИ, 1965. – 11 с. 3. Рекомендации по ремонту и содержанию деформационных швов в малых и средних мостах: – М.: ЦБНТИ Минавтотдора РСФСР: Минавтотдор РСФСР, ГипродорНИИ, 1982. – 52 с. 4. Рекомендации по применению конструкций деформационных швов с резиновыми компенсаторами при строительстве и ремонте пролетных строений автодорожных мостов и путепроводов: – М.: ЦБНТИ Минавтотдора РСФСР: Минавтотдор РСФСР, ГипродорНИИ, 1986. – 52 с. 5. Guideline for European Technical Approval Of Expansion Joints For Road Bridges. Project version. Parts 1-8. – Belgium, Brussels: European Organisation for Technical Approvals (EOTA), 2007. 6. Technische Lieferbedingungen und Pruefvorschriften fuer wasserundurchlaessige Fahrbaehuebergaenge in Lamellenbauweise und Fingeruebergaenge mit Entwaesserung von Strassen – und Wegbruecken (TL/TP-FÜ). – Deutschland: Bundesanstalt fuer Strassenwesen, 2005, . – 30 s. 7. Zusaetzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien fuer Ingenieurbauten (ZTV – ING). Teil 8. Bauwerksausstattung. Abschnitt 1. Fahrbaehuebergaenge aus Stahl und aus Elastomer. – Deutschland: Bundesanstalt fuer Strassenwesen, 2006, . – 6 s. 8. Zusaetzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien fuer Ingenieurbauten (ZTV – ING). Teil 8. Bauwerksausstattung. Abschnitt 2. Fahrbaehuebergaenge aus Asphalt. – Deutschland: Bundesanstalt fuer Strassenwesen, 2003. – 19 s. 9. Expansion joints for use in highway bridge decks: BD 33/94. – Great Britain, London: The Highways Agency, 1994. – 18 p. 10. Expansion joints for use in highway bridge decks: BA 26/94. – Great Britain, London: The Highways Agency, 1994. – 21 p. 11. Постанова Кабінету Міністрів від 1 березня 2006 року № 240 “Про затвердження Правил підтвердження придатності нових будівельних виробів для застосування” 12. “Порядок проведення роботи з підтвердження придатності нових будівельних виробів для застосування в будівництві”, затверджений наказом Мінбуду України від 20 березня 2006 року № 69, зареєстрований в Мін’юсті України 18.05.2006 за №577/12451 13. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування: ДБН В.2.3-22:2009. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 52 с. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України). 14. Шестериков В.И. Деформационные швы в автодорожных мостах / Шестериков В.И. – М: Транспорт, 1978. – 149 с. 15. Коваль П.М. Ефективні конструкції деформаційних швів на транспортних спорудах України / Коваль П.М., Полюга Р.І., Фаль А.Є., Харлашко П.М. // Дорожня галузь України – 2008. – № 3 – С. 72–75. 16. Ramberger G. Structural bearings and expansion joints for bridges. Structural Engineering Documents 6 / Ramberger G. – Switzerland, Zurich: – IABSE, 2002. – p. 89. 17. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: [учебное пособие] / Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2005. – 174 с. 18. Spencer Guthrie W. PERFORMANCE OF CONCRETE BRIDGE DECK JOINTS. Report No. UT-05.04 / W. Spencer Guthrie, Lik H. Yuen, Loren A. Ross. – USA, Utah: Brigham Young University, Department of Civil and Environmental Engineering, 2005. – 91 p.