

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ НА ПІДХОДАХ ДО МОСТІВ З АСФАЛЬТОБЕТОННИМ ПОКРИТТЯМ

### PROVIDING DURABILITY OF ROAD CLOTHES ON APPROACHES TO BRIDGES WITH ASPHALT CONCRETE COATING



**Кушнір Олександр Володимирович**, Національний транспортний університет, кафедра дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, аспірант, dornii48@gmail.com, +380974432495,

<https://orcid.org/0000-0002-2487-4234>

**Анотація.** В статті розглядаються особливості дорожніх конструкцій в зоні сполучення мосту і насипу, що вже знаходяться в експлуатації та сучасні конструктивні рішення чинних нормативних документів. Відмічено основні види дефектів дорожнього одягу.

Об'єкт дослідження – конструкції дорожнього одягу в зоні сполучення моста і насипу.

Мета роботи – аналіз зміни прогину поверхні покриття по довжині дорожньої конструкції мостового переходу з урахуванням впливу перехідної плити та термореологічних властивостей асфальтобетону.

Метод дослідження – визначення величини вертикального переміщення поверхні асфальтобетонного покриття при дії розрахункового навантаження по довжині дорожньої конструкції мостового переходу в зоні спряження з мостом в залежності від температури та часу дії навантаження.

Більше половини мостів в Україні влаштовано з перехідними плитами. Основні дефекти дорожнього асфальтобетонного покриття в зоні сполучення мосту і насипу – просадки ґрунту підходів, тріщини в асфальтобетонному покритті, розмиви ґрунту, протікання води. Ці дефекти призводять до зменшення довговічності асфальтобетонного покриття на мостових переходах.

Зміни відносного прогину поверхні асфальтобетонного покриття дорожніх конструкцій по відношенню до прогину конструкції поза межами перехідної плити виникає небезпека «клавішного ефекту», що пояснює утворення відповідних дефектів і призводить до зменшення довговічності конструкцій дорожнього одягу.

Результати статті можуть бути упроваджені при проектуванні дорожніх одягів в зоні сполучень мостів і шляхопроводів з автомобільною дорогою і технології їх ремонту та будівництва.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимальної конструкції дорожнього одягу в зоні сполучень мостів і шляхопроводів з автомобільною дорогою.

**Ключові слова:** підходи до мостів, дорожній одяг, асфальтобетонне покриття, перехідні плити.

**Вступ.** Основним завданням у місцях сполучення мостів з автомобільною дорогою є забезпечення плавного переходу загальної жорсткості від конструкції насипу підходів до більш жорсткої конструкції прогонової будови мосту. Однак у процесі їх експлуатації виникають різні види дефектів, що значно погіршують безпеку руху та знижують довговічність мостів, а також конструкції дорожнього одягу у зоні спряження [1-6]. До основних видів дефектів відносять просадки ґрунту підходів (Рисунок 1.а), тріщини в асфальтобетонному покритті (Рисунок 1.б), розмиви ґрунту (Рисунок 1.в), протікання води (Рисунок 1.г). Частково ця проблема вирішується влаштуванням перехідних залізобетонних плит (Рисунок 2) і деформаційних швів для компенсації температурних переміщень [7]. Незважаючи на це, на багатьох об'єктах у процесі експлуатації спостерігаються розмиви ґрунту під перехідними плитами, протікання води по шафовим стінкам опор, намокають торці балок, що викликає корозійні процеси в бетоні і арматурі [3, 8, 9].

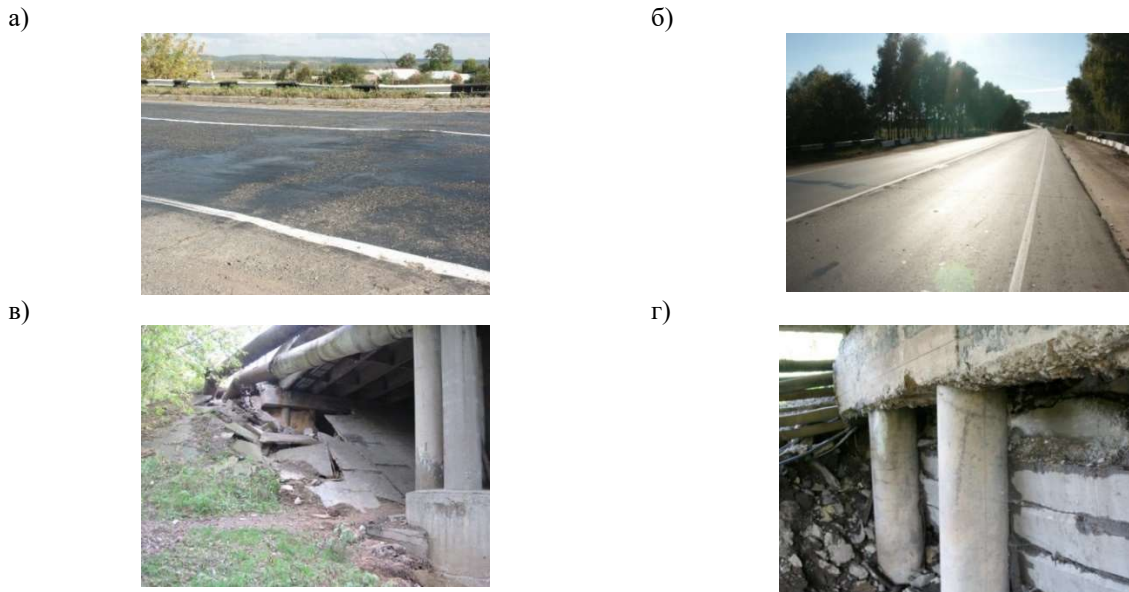


Рисунок 1 – Приклади деформацій і руйнувань в зоні спряження дорожніх конструкцій з мостами, де а – просідання насипу на підходах перед опорою мосту на а/д М-12, км 253+930; б – вид на проїзну частину мосту на а/д М-12, км 265+903 в напрямку Вінниці; в – розмиви ґрунту [8]; г – вигин стійки опори по осі через тиск старої перехідною плити та протікання води [9]

Figure 1 - Examples of deformations and fractures in the area of the coupling of road constructions with bridges, where a- is the subsidence of the embankment on the approaches in front of support of bridge on the road M-12, km 253 + 930; b - the view on the travel part of the bridge on the road M-12, km 265 + 903 in the direction of Vinnitsa; c - erosion of the soil [8]; g - the bend of the support stand on the axis through the pressure of the old transition plate and the flow of water [9]

Вітчизняними фахівцями ще у 70-і роки минулого століття були систематизовані та узагальнені проблеми спряження автомобільних доріг з мостами, що дозволило розробити практичні рекомендації [10]:

- у конструкцію сполучення мосту (шляхопроводу) з насипом входить частина земляного полотна за береговою опорою мосту (яку відсипають з дренажного ґрунту), що закінчується закриваючим опору конусом. Дорожнє покриття в цьому місці влаштовують з використанням перехідних плит;

- залежно від типу покриття, що влаштовується на підходах до мосту, застосовують три типи перехідних плит: при цементобетонному покритті - поверхневі плити (рисунок 2.а), при асфальтобетонному - напівзаглиблені (рисунок 2.б) і заглиблені (рисунок 2.в);

- напівзаглиблені плити застосовують при асфальтобетонних покриттях, які влаштовуються на жорстких (цементобетонних основах) і основах з кам'яних матеріалів, укріплених цементом, гранульованим доменним шлаком, меленим шлаком, золою винесення та ін.

- заглиблені плити укладають при асфальтобетонних покриттях, які влаштовуються на нежорстких основах з кам'яних матеріалів різної міцності, а також шлакового щебеню, оброблених органічними в'язучими в установці або на місці проведення робіт.

- довжину перехідних плит призначають в залежності від очікуваної висоти насипу.

Враховуючи досвід попередніх років досліджень [11] у нинішніх чинних будівельних нормах [12] для забезпечення спряження передбачено:

- у з'єднанні автодорожніх і міських мостів з насипом укладання залізобетонних перехідних плит довжиною, як правило, не більше 8 м.

- мостах зі стоянами, що обпираються безпосередньо на насип (диванного типу), довжину перехідних плит слід приймати 2 м.

- при техніко-економічному обґрунтуванні рекомендується стояни мостів проектувати не обсипними.

- при з'єднанні обсипних стоянів з насипами підходів необхідно, щоб після осідання насипу і конуса частина стоянів, що примикає до насипу або вільної консолі (в автодорожніх мостах), входила в конус на величину (рахуючи від вершини конуса насипу на рівні брівки полотна до грані конструкції,

що з'єднується з насипом,) не менше 0,75 м при висоті насипу до 6 м і не менше 1 м при висоті насипу понад 6 м.

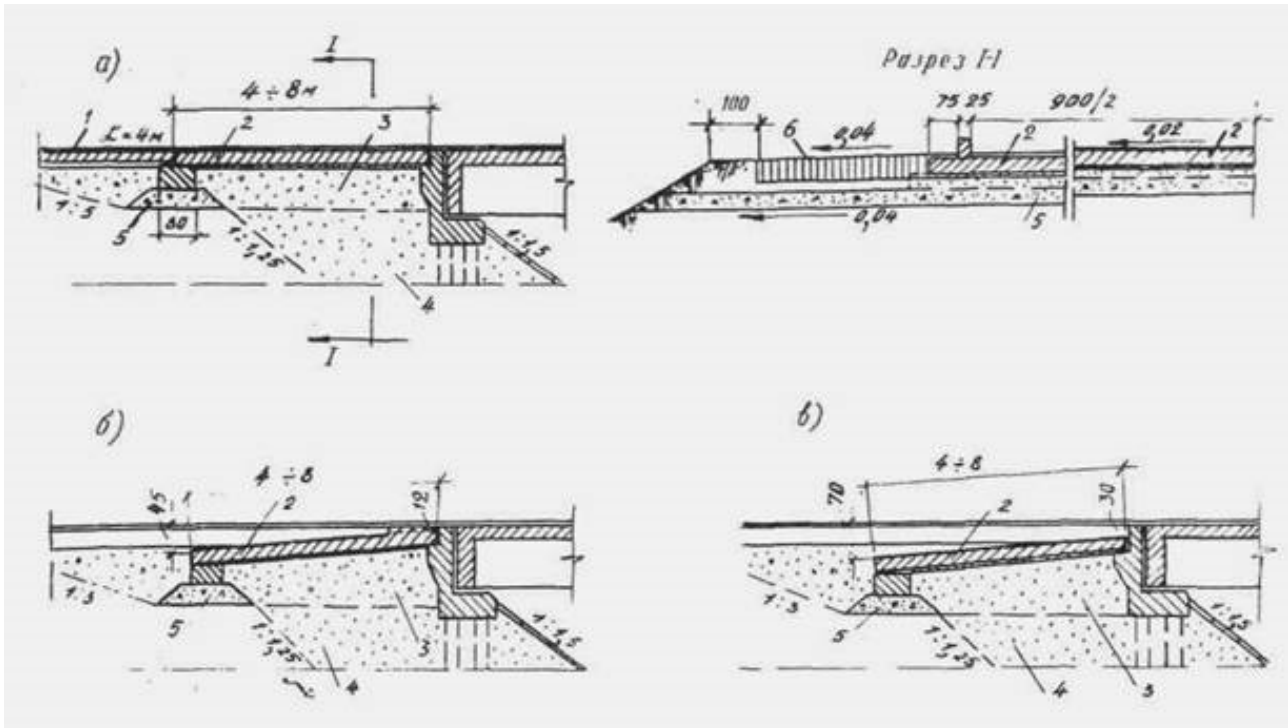


Рисунок 2 – Конструкції сполучення моста з насипом для цементобетонних покриттів (а) і для асфальтобетонних покриттів - напівзаглибленої плити (б), заглибленої плити (в): де 1 - проміжна плита; 2 - перехідна плита; 3 - крупно- і середньозернистий пісок; 4 - дренажний ґрунт; 5 - гравійно-щебенева подушка; 6 - укріплений ґрунт або асфальтобетон

Figure 2 - Constructions connection of the bridge with embankment for cement-concrete coatings (a) and for asphalt concrete coatings- semi-insulated plate (b), deepened plate(c): where 1 - intermediate plate; 2 - transition plate; 3 - large and medium grained sand; 4 - drainage soil; 5 – gravel-rubble pillow; 6 - reinforced soil or asphalt concrete

В зарубіжній практиці будівництва мостів і шляхопроводів малої і середньої довжини (загальною довжиною до 100 м) активно впроваджуються інтегральні (рис. 3) та інші схеми споруд [2].

На практиці маємо наступне. При розробці і наповненні бази даних АСУМ [13] спеціалісти ДП «ДерждорНД», виділяють п'ять типів мостів, щодо перехідних плит:

- без перехідних плит;
- з плитою Г-подібного типу;
- з перехідною плитою і проміжною плитою;
- не визначені (щодо конструкції перехідних плит);
- з перехідною плитою і поперечним опорним лежнем.

Аналіз 4616 мостів бази АСУМ (Рисунок 4), щодо типу сполучення мостів з насипом, виявив що:

- на 34 % мостів, їх сполучення з насипом виконано без перехідних плит;
- на 35 % мостів сполучення виконано з перехідною плитою і поперечним опорним лежнем;
- на 10 % мостів влаштовано проміжні плити;
- на 1 % мостів влаштовано плити Г-подібного типу;
- на 20 % тип сполучення не встановлено.

Результати обстежень і аналіз існуючої дорожньої конструкції мостового переходу свідчать, що вони, не забезпечують необхідної довговічності дорожнього покриття. На ньому вже через 2-3 роки виникають тріщини і інші дефекти [3, 14]. Основною причиною цього є те, що традиційні конструкції сполучення мосту з насипом та дорожнього одягу мостового полотна та підходів до мосту, не забезпечують плавну зміну напружено-деформаційного стану в зоні зміни конструкції дорожнього одягу [3-6, 16].

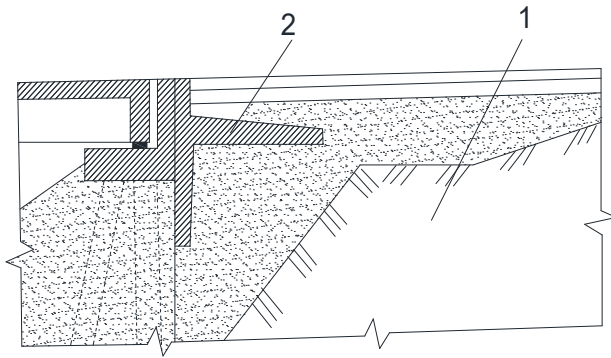


Рисунок 3 – Інтегральна перехідна плита:  
1 - ґрунт насипу підходів; 2 - перехідна плита  
жорсткої консольної конструкції

Figure 3 - Integral transition plate: 1 -the soil of the embankment approaches; 2 - a transition plate of a rigid console construction

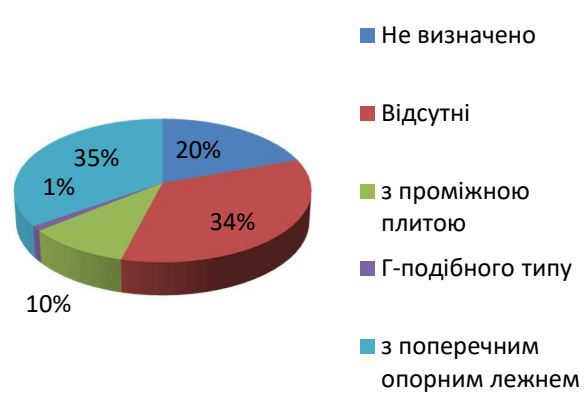


Рисунок 4 - Співвідношення різних типів сполучення мостів з насипом на дорогах України загального і місцевого значення

Figure 4 - The correlation of different types connection of bridges with embankment on the roads of Ukraine of general and local significance

### Мета і методи

Метою даних досліджень є аналіз зміни прогину поверхні покриття по довжині дорожньої конструкції мостового переходу з урахуванням впливу перехідної плити та термореологічних властивостей асфальтобетону.

Для дослідження прийнято один із найбільш поширених варіантів конструкції сполучення моста з насипом для асфальтобетонного покриття з напівзаглибленою плитою (Рисунок 2.б) довжиною 6 м. Така конструкція дорожнього одягу передбачає плавний перехід напружено-деформованого стану асфальтобетонного покриття від місця обпирання перехідної плити на опору мосту до місця закінчення перехідної плити, де його конструкція відповідає запроєктованій для даної автомобільної дороги.

Дослідження проводили на прикладі автомобільної дороги загального користування III категорії з капітальним дорожнім одягом в дорожньо-кліматичній зоні У-2 дорожньо-кліматичного району П.Р.1, розрахункове навантаження –  $A_2$ . Для цього, з певним наближенням, визначали величину вертикального переміщення поверхні асфальтобетонного покриття при дії розрахункового навантаження по довжині дорожньої конструкції мостового переходу в зоні спряження з мостом в залежності від температури та часу дії навантаження. Розрахункові характеристики дорожньо-будівельних матеріалів встановлювали за табличними даними чинних нормативних документів [17- 20].

### Результати і пояснення

Конструкція дорожнього одягу з асфальтобетонним покриттям в межах зони спряження (в зоні середини перехідної плити, в зоні закінчення перехідної плити і безпосередньо за перехідною плитою) показана на рисунку 5.

Результати зміни відносного прогину кожної конструкції дорожнього одягу в залежності від температури показано на рис. 6. Аналіз цих даних свідчить, що прогин для розглянутих температур при їх збільшенні зростає. Більші темпи зростання відносного прогину спостерігаються на поверхні покриття конструкції, що знаходиться в середині перехідної плити (рис. 6.а). При температурі 40 °C він збільшується у 2,5 рази. Для конструкції що знаходиться на краю плити та конструкції дорожнього одягу автомобільної дороги відносний прогин збільшується меншими темпами, майже однаково, і при 40 °C зростає майже в 1,6 рази (Рисунки 6.б і 6.в). Загальне збільшення відносного прогину розглянутих дорожніх конструкцій пов'язане з тим, що зі збільшенням температури зменшується модуль асфальтобетонних шарів. Підвищена температурна чутливість конструкції, що представлена на рисунку 5.а пояснюється наявністю трьох асфальтобетонних шарів загальною товщиною 25 см у порівнянні з двома шарами асфальтобетону для конструкцій 5.б та 5.в. Близькі значення характеру зміни прогинів від температури для цих конструкцій можуть сприяти більш плавному переходу напружено-деформованого стану від дорожніх конструкцій над плитою до дорожньої конструкції автомобільної дороги.

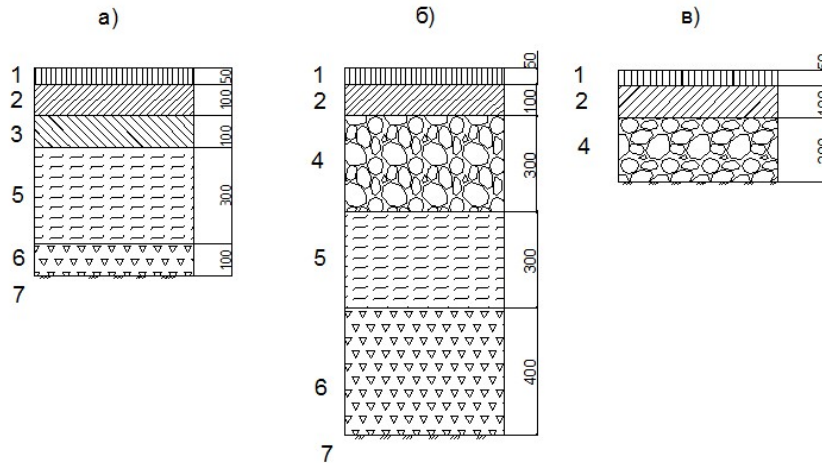


Рисунок 5 – Конструкція дорожнього одягу з асфальтобетонним покриттям в межах зони спряження з перехідною плитою довжиною 6 м: а – конструкція в зоні середини плити; б – конструкція в зоні закінчення перехідної плити; в – конструкція безпосередньо за перехідною плитою; 1 – верхній шар покриття з асфальтобетону; 2 – нижній шар покриття з асфальтобетону; 3 – верхній шар основи з асфальтобетону; 4 – нижній шар основи з щебенево-піщаної суміші; 5 – перехідна плита; 6 – шар з щебеню; 7 – ґрунт (пісок середньої крупності)

Figure 5 - Construction of road clothing with asphalt concrete coating within the zone of coupling with a transition plate length 6 m: a - construction in the zone of the middle of plate; b - construction in the zone of the end of the transition plate; c - construction directly behind the transition plate; 1 - top layer of asphalt concrete coating; 2 - bottom layer of asphalt concrete coating; 3 - the top layer of the base of asphalt concrete; 4 - the bottom layer of the base of gravel-sand mixture; 5 - transition plate; 6 - a layer of rubble; 7 - soil (sand of medium size)

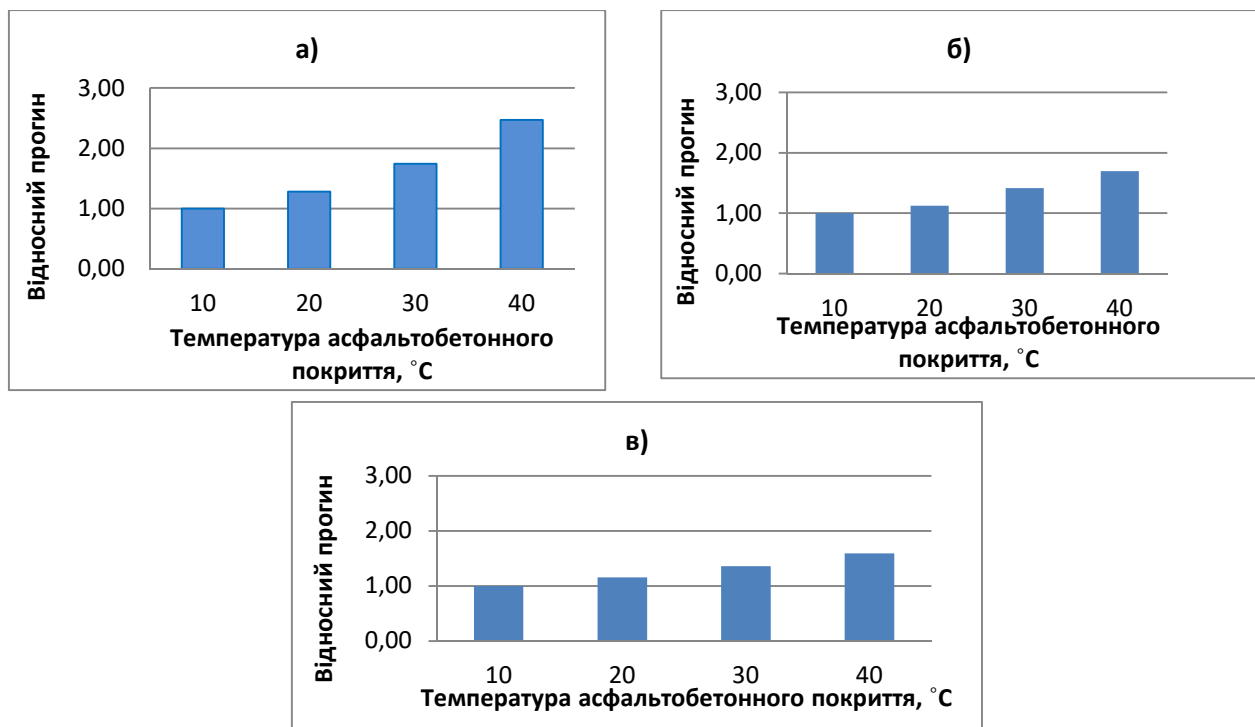


Рисунок 6 – Зміна прогину покриття при динамічній дії навантаження. Графіки а, б і в відповідають конструкціям дорожнього одягу а, б і в, рисунку 5

Figure 6 – Change the deflection of the coating with dynamic load action. Graphs a, b and c correspond to the designs of road clothes a, b and c, fig. 5

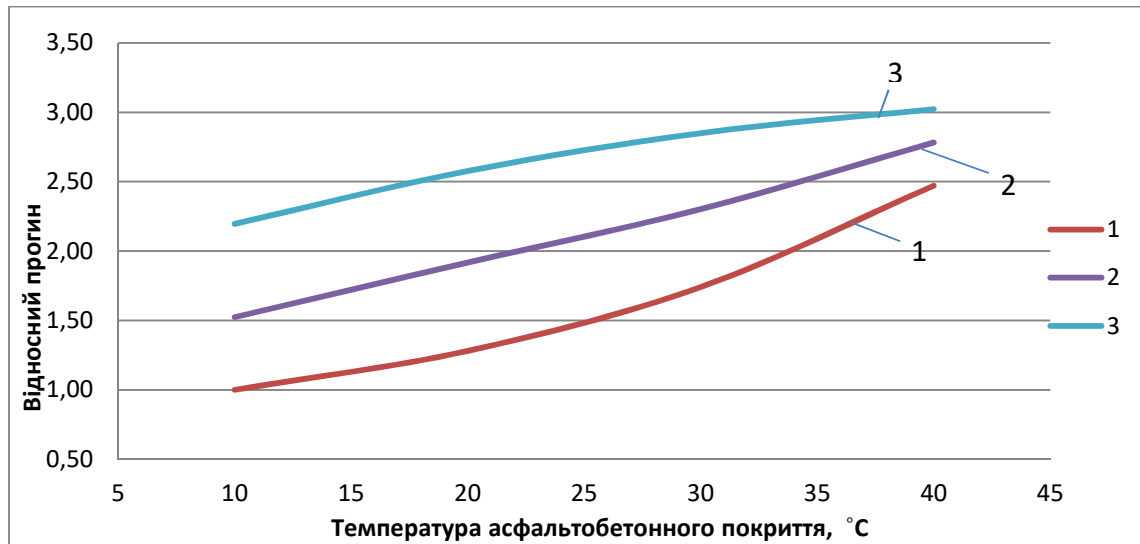


Рисунок 7 - Зміна відносного прогину покриття при динамічній дії навантаження по відношенню до прогину конструкцій при температурі 10 °С. Графіки 1, 2 і 3 відповідають конструкціям дорожнього одягу а, б і в рисунку 5, відповідно

Figure 7 - Change relative deflection of the coating with the dynamic action of the load relative to the deflection of constructions at a temperature of 10 °C. Graphs 1, 2 and 3 correspond to the designs of road clothes a, b and c, Fig. 5, respectively

#### Висновки

Більше половини мостів в Україні влаштовано з перехідними плитами. Основні дефекти дорожнього асфальтобетонного покриття в зоні сполучення мосту і насипу - просадки ґрунту підходів, тріщини в асфальтобетонному покритті, розмиви ґрунту, протікання води. Ці дефекти призводять до зменшення довговічності асфальтобетонного покриття на мостових переходах.

Як слідує із аналізу результатів зміни відносного прогину поверхні асфальтобетонного покриття дорожніх конструкцій (для прикладу з напівзаглибленою плитою) по відношенню до прогину конструкції поза межами перехідної плити виникає небезпека «клавішного ефекту», що пояснює утворення відповідних дефектів і призводить до зменшення довговічності конструкцій дорожнього одягу.

Виходячи з того, що основною умовою влаштування сполучень мосту з насипом є забезпечення плавності зміни загальної жорсткості на весь період експлуатації дороги з урахуванням температурної чутливості асфальтобетону, необхідно продовжувати дослідження причин деформацій і руйнувань дорожнього покриття біля мостів для підвищення його довговічності. Потребують подальшого вдосконалення конструкції сполучень мостів і шляхопроводів з автомобільною дорогою і технології їх ремонту та будівництва.

#### Перелік посилань

1. Коваль П.М. Робота асфальтобетонного покриття в зоні примикання деформаційних швів на автодорожніх мостах / Коваль П.М., Кушнір О.В., Боднар Л.П., Панібратець Л.Г. // Дороги і мости. Зб. наук. ст. ДерждорНДІ, Київ. - 2015. - №15. - С. 87-93.
2. Трифонова А. А. Тенденции совершенствования деформационных швов автодорожных мостов / Трифонова А. А., Бахарев В. А., Ганец Г. В. // Молодой ученый. - 2016. - №12. - С. 394-397. - <https://moluch.ru/archive/116/31293>.
3. Валиев Ш. Н. Особенности работы покрытия проезжей части в зоне деформационных швов мостовых сооружений / Валиев Ш. Н., Смоленкин В.С. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» - 2014. - № 3.
4. Пегин П. А. Обеспечение ровности дорожного покрытия и безопасности движения транспортных средств в местах сопряжения моста с насыпью / Пегин П. А., Лапин А. В. // ВЕСТНИК. Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). -2012. - № 3(30). - С. 92-95.

5. Тодирика В. В. Автodoroжні мости України – угроза безпеки руху транспорту і пішоходів / Тодирика В. В., Давыденко А. А., Доля А. Г., Бородай Д. И. // Сучасні будівельні матеріали. Вісник Донбаська національна академія будівництва і архітектури (ДонНАБА). - № 99. - С.169-173.
6. Попов В. И. Способы сопряжения конструкций путепроводов с насыпями подходов / Попов В. И., Прохоров А. А. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». - 2014. - № 5(24). <http://naukovedenie.ru>
7. Коваль П.М. Нормативне забезпечення проектування деформаційних швів в Україні / Коваль П.М., Полюга Р.І., Фаль А.Є. // Дороги і мости. Зб. наук. ст. ДерждорНДІ, Київ. - 2010. - С. 255-259. <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/8129/1/47.pdf>, 2010.
8. <https://tvernews.ru/news/150894>
9. <https://www.zlx.ru/nashi-raboty-i-obekty/tehnicheskoe-zakljuchenie-po-rezultatam-obsledovanija-konstrukcij-mosta-14-08-19>
10. Методические рекомендации по проектированию и строительству сопряжений автodoroжних мостов и путепроводов с насыпью / Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт (СОЮЗДОРНИИ). - Москва. - 1975.
11. СНиП 2.05.03-84 Мости и трубы / Госстрой России - М.ФГУП ЦПП. - 2005. - 239 С. [Замінений на ДБН В.2.3-14:2006]
12. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Чинний від 2005-09-03]. - К. : Держспоживстандарт України, 2008. - 20 с. - (Національні стандарти України)
13. Боднар, Л. П. Програмний комплекс АЕСУМ. Сучасний стан та концепція подальшого розвитку / Боднар, Л. П. // Дороги і мости. Зб. наук. пр. ДерждорНДІ, Київ. - 2010. - № 12. - С. 31-39.
14. Попов В. И. Совершенствование конструкции сопряжения путепроводов с насыпью путем применения интегральных устоев / Попов В. И. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». - 2014. - № 5(24). <http://naukovedenie.ru>
15. Смолянюк Р.В. Визначення рівності дорожнього покриття на штучних спорудах / Смолянюк Р.В., Смолянюк Н.В., Штефан О.М. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - 2017. - № 99. - С. 98-105.
16. Руководство по ремонту элементов мостового полотна автodoroжних мостов / НПО РосдорНИИ, М. - 1989.
17. ВСН 46-83 Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа [Замінений на ВБН В.2.3-218-186-2004]
18. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво [Чинний від 01-04-2016]. - К. - Міністерство регіонального розвитку. - 2015. - 91 С. - (Державні будівельні норми України).
19. ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу [Чинний від 01-01-2005]. - К.: Укравтодор. - 2004. - (Відомчі будівельні норми України).
20. ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування [Чинний від 01-04-2017]. - К. - Міністерство інфраструктури України. - 2016. - 74 С. - (Галузеві будівельні норми України).

## PROVIDING DURABILITY OF ROAD CLOTHES ON APPROACHES TO BRIDGES WITH ASPHALT CONCRETE COATING

**Kushnir Alexander Vladimirovich**, National Transport University, Department of Road Construction Materials and Chemistry, postgraduate student, [dornii48@gmail.com](mailto:dornii48@gmail.com), +380974432495, <https://orcid.org/0000-0002-2487-4234>

**Abstract.** The article deals with the features of road constructions in the area connection of bridge and embankment already in operation and modern constructive decisions of the current normative documents. The main types of defects of road clothes are noted.

The object of research - structures of road clothes in the bridge and embankment area.

The purpose of the work is to analyze the change in the deflection of the surface of the coating along the length of the road construction of the bridge transition, taking into account the influence of the transition plate and the thermoreal properties of the asphalt concrete.

The research method is the determination of the value of the vertical displacement of the surface of the asphalt concrete coating under the action of the calculated load on the length of the road construction of

the bridge transition in the zone of coupling with the bridge, depending on the temperature and time of the load.

More than half of the bridges in Ukraine are arranged with transition plates. The main defects of the road asphalt concrete coating in the area connectin of bridge and embankment - drainage of soil approaches, cracks in asphalt concrete coatings, soil erosion, water leakage. These defects lead to a decrease in the durability of asphalt concrete coating on bridge transitions.

Changes in the relative deflection of the surface of the asphalt concrete coating of road structures in relation to the structural deflection outside the transition plate presents a danger of "key effect", which explains the formation of the corresponding defects and leads to a decrease in the durability of road constructions.

The results of the article can be implemented in the design of road clothing in the area connection of the bridges and overpasses with the highway and the technology of their repair and construction.

Foreseeable assumptions about the development of the research object are the search for an optimal design of road clothing in the area connection of bridges and overpasses with an automobile road.

**Keywords:** approaches to bridges, road clothes, asphalt concrete coating, transition plates.

### References

1. Koval P.M. Work of asphalt concrete coating in the zone of adjoining deformation seams on road bridges. / Koval P.M., Kushnir O.V., Bodnar L.P., Panibratets L.G. Roads and bridges: Sb. sciences Art. DerzhdorNDI, Kyiv-2015. - №15. - P. 87-93.
2. Trifonova AA. Trends in the improvement of deformation seams of road bridges Trifonova AA, Baharev V.A, Ganets G.V. // Young Scientist. - 2016 - №12. - P. 394-397. - <https://moluch.ru/archive/116/31293>.
3. Valiev Sh. N. Features of the work of the pavement coverage in the zone of expansion seams of bridge structures / Valiev Sh. N., Smolenkin V.S. // The Internet magazine "SCIENCE" - 2014. - № 3.
4. Pegin P. A. Ensuring the evenness of the road surface and the safety of vehicles in places where the bridge mates with the embankment / Pegin P. A., Lapin A. V. // VESTNIK. Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI). -2012. - № 3 (30). - p. 92-95.
5. Todirika V.V. Road bridges of Ukraine - a threat to the safety of traffic and pedestrians / Todirika V.V., Davydenko A.A., Dolya A.G., Boroday D.I. // Modern building materials. Bulletin Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA). - No. 99. - P.169-173.
6. Popov V. I. Methods of coupling constructions of overpasses with embankment approaches / Popov V. I., Prokhorov AA // Internet journal "Naukovedeniya". - 2014. - No. 5 (24). <http://naukovedenie.ru>
7. Koval P.M. Normative provision of deformation suture design in Ukraine / Koval P.M, Poluga R.I., Fal A.E. // Roads and bridges. Zb sciences Art. DerzhdorNDI, Kiev. - 2010. - S. 255-259. <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/8129/1/47.pdf>, 2010.
8. <https://tvernews.ru/news/150894>
9. <https://www.zlx.ru/nashi-raboty-i-obekty/tehnicheskoe-zaključenje-po-rezultatam-obsledovanija-konstrukcij-mosta-14-08-19>
10. Methodical recommendations for the design and construction of adjoining road bridges and overpasses with embankment, State All-Union Road Research Institute (SOYUZDORNII), Moscow 1975.
11. SNiP 2.05.03-84 Bridges and pipes.
12. DBN V.2.3-14: 2006 Transport facilities. Bridges and pipes. Design rules.
13. Bodnar, L.P. Program complex AESUM. Current state and concept of further development / Bodnar, L.P. // Roads and bridges. Zb sciences works of DerzhdorNDI, Kyiv. - 2010. - No. 12. - P. 31-39.
14. Popov V.I. Improvement of the design of conjugation of overpasses with an embankment through the use of integral abutments / Popov V.I. // Internet-magazine "SCIENCE". - 2014. - № 5 (24). <http://naukovedenie.ru>
15. Smolyanyuk R.V. Determination of road surface equality on artificial structures / Smolyanyuk R.V. , Smolyanyuk NV, Shtefan O.M. // Roads and road construction. - 2017. - No. 99. - P. 98-105.
16. Guidelines for the repair of bridge deck elements of road bridges / NPO RosdorNII, M. - 1989.
17. VSN 46-83 Instruction on the design of non-rigid type of road clothing.
18. DBN B V.2.3-4: 2015 Automobile roads. Part I. Design. Part II. Construction.
19. VBN V.2.3-218-186-2004 Transport facilities. Non-rigid type of road clothes.
20. GBN V.2.3-37641918-557: 2016 Automobile roads. Road clothes rigid. Designing.