

УДК 625.7/8

*Мозговий В.В. доктор техн. наук, професор,  
Онищенко А.М. кандидат техн. наук, доцент,  
Невінговський В.Ф., Різніченко О.С. аспіранти,  
Панченко О.О., Хоменко К. П. студенти,  
Національний транспортний університет,  
м. Київ, Україна*

## ПІДВИЩЕННЯ КОЛІЄСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА МОСТАХ ЗА РАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ МАТЕРІАЛОЗНАВЧИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

### Вступ

Утворення колій в асфальтобетонному покритті суттєво впливають на транспортно-експлуатаційні показники мостів [1-5]. У країнах Західної й Центральної Європи попередження пластичного деформування асфальтобетонних покриттів розглядається як важливе завдання, над рішенням якого постійно працюють вчені й виробничники. Колійність є розповсюдженим різновидом руйнування асфальтобетонних покриттів на мостах, як приклад асфальтобетонне покриття на деяких мостах в м. Києві (рис. 1-3). Тому підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття на автодорожніх залізобетонних мостах є актуальною задачею.



*Рисунок 1 - Автодорожній шляхопровід (р-к Юність) обстеження - 2010 р.*



*Рисунок 2 - Автодорожній міст метро через р. Дніпро, обстеження - 2010 р.*



*Рисунок 3 - Південний мостовий перехід (естакадна частина), обстеження - 2011 р.*

**Мета даної роботи** є розробка заходів, направлених на підвищення колієстійкості асфальтобетонних покриттів на автодорожніх залізобетонних мостах за рахунок підвищення зчеплення між асфальтобетонними шарами та між покриттям залізобетонної основи мосту, використовуючи конструктивні, матеріалознавчі та технологічні заходи.

### **Заходи направленою регулювання характеристик асфальтобетонного покриття**

Матеріалознавчі заходи з направленою регулювання характеристик асфальтобетонного покриття передбачають застосування підходів, що підвищують колієстійкість асфальтобетону шарів покриття. З цією метою передбачається застосувати підвищені вимоги до складових асфальтобетонних сумішей, їх зернового складу та властивостей асфальтобетонних сумішей та асфальтобетону.

*Вимоги до бітумного в'язучого.* Для підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття на мостах застосовується бітумне в'язуче з урахуванням категорії дороги та дорожньо-кліматичного районування.

Для автомобільних доріг I, II, III категорій рекомендується застосовувати бітуми, модифіковані полімерами марок: БМП 40/60-56, БМП 60/90-52, БМП 90/130-49, які повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2007, та вимогам таблиці 1.

Таблиця 1 - Вимоги до бітуму, модифікованого полімерами

| Назва показника   |                                       | Значення показників БМП | Метод випробування                              |
|---|---------------------------------------|-------------------------|---|
| Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 мм, не менше |                                       | 55-95                   | Згідно з ГОСТ 11501                             |
| Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С, не нижче                   |                                       | 75,0                    | Згідно з ГОСТ 11506                             |
| Еластичність, не нижче, при температурі 25 °С<br>0 °С                         |                                       | 80<br>60                | Згідно з ДСТУ Б В.2.7-135                       |
| Зчеплюваність із поверхнею:   | гранітного щебеню, бали / %, не менше | 5/100                   | Згідно з 28 ДСТУ Б В.2.7-89, ВБН В.2.7-218-176, |

Для автомобільної дороги IV категорії рекомендується застосовувати бітуми нафтові дорожні в'язкі марок: БНД 40/60; БНД 60/90 БНД 90/130 за ДСТУ 4044-2001, а також, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні, бітуми, модифіковані полімерами марок: БМП 40/60-56, БМП 60/90-52, БМП 90/130-49, згідно з ДСТУ Б В.2.7-135:2007. Для забезпечення високих показників зчеплення бітумного в'язучого з поверхнею мінеральних матеріалів, рекомендується використовувати адгезійні добавки – катіонні поверхнево-активні речовини (ПАР) та (або) інші технологічні заходи, що підвищують зчеплюваність бітумного в'язучого з поверхнею мінеральних матеріалів. Бітуми, модифіковані адгезійними добавками, повинні відповідати вимогам СОУ 45.2-00018112-067:2011. Вимоги до мінеральних складових. Щебінь для приготування асфальтобетонних сумішей необхідно використовувати із щільних гірських порід та щебінь із металургійних шлаків та дрібні заповнювачі (пісок) повинні відповідати вимогам згідно з ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057: 2010. Необхідно використовувати порошок мінеральний активований, який повинен бути I марки і відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-121-2003.

*Вимоги до зернових складів асфальтобетонної суміші.* Зерновий (гранулометричний) склад мінеральної частини гарячих асфальтобетонних сумішей різних типів та видів рекомендується застосовувати з урахуванням дорожньо-кліматичного районування території України за умовами роботи асфальтобетонних покриттів та категорії автомобільних доріг та вимог ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057:2010. Рекомендується застосовувати асфальтобетон з таким зерновим складом, що забезпечує підвищену зсувостійкість асфальтобетону Р.В.2.3–218–02070915–797:2011.

Для доріг I та II категорій рекомендується застосовувати асфальтобетон: - дрібнозернистий, щільний типу А або типу Б, I марки з максимальним розміром щебеню 15 мм (20 мм) і щебенево-мастиківий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм) та 20 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057:2010 та литий асфальтобетон згідно з ТУ У В.2.7-45.2-00018112-270.

## БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Для доріг III категорії рекомендується застосовувати асфальтобетон: - дрібнозернистий, щільний, типу А або типу Б I марки з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм, 20 мм) і щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм), згідно з ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057: 2010 та литий асфальтобетон згідно з ТУ У В.2.7-45.2-00018112-270.

Для доріг IV категорії рекомендується застосовувати асфальтобетон: - дрібнозернистий, щільний, типу Б та (або) типу В, I марки з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм) і щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 5 мм (10 мм) згідно з ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057: 2010.

*Вимоги до властивостей асфальтобетонної суміші та асфальтобетону.* Асфальтобетони, які застосовуються на автодорожніх мостах повинні відповідати вимогам до фізико-механічних властивостей згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057: 2010 та вимогам таблиці 2, а також застосовуватись з урахуванням області їх використання згідно з Р.В.2.3-218-02070915-797:2011 «Рекомендації з підвищення зсувостійкості асфальтобетонного покриття на бетонних та залізобетонних основах».

Таблиця 2 – Вимоги до механічних властивостей асфальтобетону

| Назва показників   | Норми відповідно до районування |          |          |         |
|--|---------------------------------|----------|----------|---------|
|  | A-1; A-2                        | A-3; A-4 | A-5; A-6 | A-7     |
| 1. Границя міцності при стиску $R_{50}$ , МПа, за температури 50 °С  |                                 |          |          |         |
| - для асфальтобетонів із сумішей типів:  |                                 |          |          |         |
| А, не менше  | 1,8/1,5                         | 1,9/1,6  | 2,0/1,7  | 2,1/1,8 |
| Б, не менше  | 2,0/1,7                         | 2,1/1,8  | 2,2/1,9  | 2,3/2,0 |
| В, не менше  | -/1,6                           | -/1,8    | -/1,9    | -/2,0   |
| - для ЩМА, не менше  | 1,5/1,1                         | 1,5/1,2  | 1,6/1,3  | 1,7/1,4 |
| <i>Примітка.</i> Значення показників у чисельнику відносяться до асфальтобетонів, для доріг I, II категорії, у знаменнику – для доріг III, IV категорії. |                                 |          |          |         |

Для підвищення колієстійкості доцільно застосовувати на основі відповідного техніко-економічного обґрунтування литий асфальтобетон та епоксiasфальт, які повинні відповідати вимогам згідно з ТУ У В.2.7-45.2-00018112-270, Р В.2.7-218-03450778-718:2008 та вимогами фізико-механічних властивостей литого асфальтобетону за показниками: водонасичення, % за об'ємом не більше 0,95; Глибина вдавлення штампю площею 5 см<sup>2</sup> за температури 40 °С після 30 хв. дії навантаження, в межах 1-3 мм. Литий асфальтобетон рекомендується виготовляти на бітумному в'язучому згідно з ДСТУ Б В.2.7-135:2007 та таблиці 1. Також доцільно використовувати полімерні і полімерно-армуючі добавки для модифікації асфальтобетонної суміші згідно з Р В.2.7-218-03450778-500:2006, Р В.2.7-218-02071168-751:2009. Під час проектування складу асфальтобетону передбачати різні варіанти зернових складів і вибирати із них такий для влаштування асфальтобетонного покриття на залізобетонній основі, який найкраще відповідає вимогам до стандартних фізико-механічних властивостей, а також має найнижче значення показника стійкості асфальтобетону до накопичення залишкових деформацій згідно з СОУ 45.02-00018112-020:2009.

*Конструктивні* заходи з направлення регулювання характеристик асфальтобетонного покриття пов'язані з попереднім конструюванням дорожнього одягу з асфальтобетонними шарами на залізобетонній основі та з наступним виконанням розрахунків для конкретних вихідних умов за чинними нормативними документами з метою визначення загальної товщини асфальтобетонних шарів. Загальна товщина асфальтобетонного покриття на залізобетонних основах визначається за методикою згідно з ДБН В.2.3-14:2006.

Основне завдання конструювання асфальтобетонного покриття на мостах полягає у забезпеченні його колієстійкості за рахунок раціонального розташування в межах загальної товщини асфальтобетонних шарів відповідних типів та видів асфальтобетону у відповідності з Р. В.2.3–218–02070915–797:2011, використовуючи, при необхідності, зчіпні та армуючі прошарки.

На автомобільних дорогах I категорії рекомендуються такі конструкції асфальтобетонних шарів:– нижній шар асфальтобетону (далі - НШАБ) рекомендується застосовувати щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 20 мм; верхній шар асфальтобетону (далі ВШАБ) рекомендується застосовувати асфальтобетон типу А або типу Б з максимальним розміром щебеню 15 мм або 20 мм, або щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 10 мм або 15 мм.

На автомобільних дорогах II категорії рекомендуються такі конструкції асфальтобетонних шарів: - НШАБ асфальтобетон типу А або типу Б з максимальним розміром щебеню 20 мм або 15 мм або щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 20 мм; ВШАБ асфальтобетон типу А або типу Б з максимальним розміром щебеню 15 мм або 20 мм, або щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 15 мм або 20 мм.

На автомобільних дорогах III категорії рекомендуються такі конструкції асфальтобетонних шарів:– НШАБ - асфальтобетон типу А або типу Б з максимальним розміром щебеню 20 мм або 15 мм; ВШАБ - асфальтобетон типу А або типу Б з максимальним розміром щебеню 10 мм або 15 мм або щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 10 мм або 15 мм.

На автомобільних дорогах IV категорії рекомендуються такі конструкції асфальтобетонних шарів: – НШАБ - асфальтобетон типу Б або типу В з максимальним розміром щебеню 15 мм та або 10 мм; ВШАБ - асфальтобетон типу Б або типу В з максимальним розміром щебеню 10 мм або 15 мм або щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 5 мм або 10 мм. Також доцільно застосовувати для автомобільних доріг I, II та III категорії на основі техніко-економічного обґрунтування: НШАБ – асфальтобетон литий, ВШАБ - асфальтобетон литий, а також асфальтобетони, що вищенаведені, НШАБ – епоксiasфальт та (або) асфальтобетон литий, ВШАБ – епоксiasфальт.

*Технологічні* заходи з регулювання характеристик асфальтобетонного покриття направлені на підвищення вимог до технологічних операцій з виготовлення, транспортування, укладання та ущільнення асфальтобетонних сумішей при будівництві асфальтобетонних покриттів.

При виконанні робіт з влаштування асфальтобетонних шарів покриття на жорстких основах потрібно виконувати: вхідний контроль вихідних матеріалів; операційний контроль приготування асфальтобетонної суміші, приймальний контроль готової асфальтобетонної суміші. Укладання та ущільнення асфальтобетонних сумішей, виконують згідно з вимогами технологічних регламентів та карт на ці види робіт відповідно до визначених типів сумішей згідно з таблицею 3. Температура гарячих асфальтобетонних сумішей, на початку ущільнення в залежності від марки бітуму приймається відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2007. При цьому, мінімально допустима температура на початку укладання суміші повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-119-2003, ДСТУ Б В.2.7-127:2006 та СОУ 45.2-00018112-057: 2010 для забезпечення технологічного ущільнення при більш низьких температурах, досягнення значення коефіцієнту ущільнення 0,98. Укладання суміші повинно здійснюватися асфальтоукладачами, що забезпечують досягнення коефіцієнта попереднього ущільнення не менше ніж 0,95.

Для транспортування гарячої асфальтобетонної суміші із збереженням температури необхідно застосовувати авто-самоскиди з тентовим накриттям з очищеними кузовами і змащеними антиадгезійними речовинами. Для очищення та змащення кузовів транспортних засобів необхідно створити відповідний технічно оснащений пост з метою контролю за станом кузовів.

**Заходи з підвищення зчеплення між асфальтобетонними шарами.** *Матеріалознавчі*

*Вимоги до матеріалів для влаштування підґрунтовки.* Для підґрунтовки поверхні основи шару автомобільних доріг I, II та III категорії рекомендується застосовувати бітуми, модифіковані

полімерами у відповідності з ДСТУ Б В.2.7-135:2007 (орієнтовні витрати підгрунтовки рекомендується призначати згідно з ДБН В.2.3-4:2007, а їх уточнення здійснювати з урахуванням вимог СОУ 45.2-00018112-046:2009. При використанні бітумного в'язучого його орієнтовна витрата складає (0,4-0,6) кг/м<sup>2</sup>, дані межі уточнюються експериментально на основі випробувань згідно з СОУ 45.2-00018112-046:2009, вибираючи таку витрату бітумного в'язучого, що дає найкращі результати за показником зчеплення на зсув. Слід звернути особливу увагу на рівномірність розподілу і норму витрат в'язучого.

Для підгрунтовки поверхні основи автомобільних доріг IV категорії рекомендується застосовувати в'язкі дорожні бітуми згідно з ДСТУ 4044-2001, бітуми модифіковані структуруючими добавками за ТУ У В.2.3-23.2-03450778-249: 2005, швидкорозпадну катіонну бітумну емульсію за ДСТУ Б В.2.7-129:2006, бітумну емульсію, що модифікована латексом типу SBR (вміст латексу – 3% від маси емульсії) для швидкого набору бітумом когезійної міцності та при техніко-економічному обґрунтуванні бітуми, модифікованим полімерами у відповідності ДСТУ Б В.2.7-135:2007.

При використанні катіонної бітумної емульсії витрати на підгрунтовку необхідно скоректувати залежно від вмісту бітуму в емульсії. Наприклад, при 70 % вмісті бітуму витрата емульсії повинна складати (0,60-0,85) кг/м<sup>2</sup>, при 60 % вмісті — (0,70-1,00) кг/м<sup>2</sup> [6,7]. У випадку фрезерування поверхні основи рекомендується збільшити витрату бітумного в'язучого або бітумної емульсії мінімум на 25% в перерахунку на бітум.

Бітумне в'язуче або бітумну емульсію необхідно наносити рівномірним шаром на сухий, чистий і рівний шар асфальтобетону.

*Конструктивні* - у випадку фрезування поверхні асфальтобетонного шару рекомендується ретельно з використанням миючих засобів очищення основи. Рекомендується застосовувати армуючі матеріали для підвищення зчеплення при зсуві між асфальтобетонними шарами, особливо на ділянках з ухилом більше 40 %.

*Технологічні* - потрібно дотримуватися технологічних вимог і здійснювати контроль якості всіх технологічних операцій при нанесенні підгрунтовки та влаштуванні армуючих матеріалів відповідно до чинних нормативних документів.

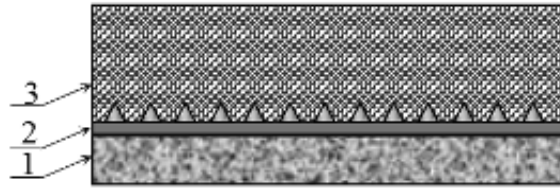
**Заходи з підвищення зчеплення між асфальтобетонним покриттям та основою.**

*Матеріалознавчі. Вимоги до матеріалів підгрунтовки основи.*

Підгрунтовку залізобетонної основи для автомобільних доріг I, II, III категорії рекомендується застосовувати згідно з Р В.2.3-218-02070915-797:2011. Необхідно застосовувати бітум, модифікований полімером (СБС, СБР), який повинен відповідати вимогам згідно ДСТУ Б В.2.7-135:2007 та вимогам за показниками: глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 мм, не менше 45-65; температура розм'якшеності за кільцем і кулею, не нижче 85,0°С; еластичність за температури 25 °С, не менше 90%; міцність зчеплення, не менше 0,60 МПа, з бетоном основою.

*Вимоги до полімербітумних матеріалів зчепного прошарку.* Рекомендується застосовувати полімербітумні матеріали, що напиляються та наплавляються, які повинні відповідати вимогам згідно з ДБН В.2.3-20:2008, ДБН В.2.3-22:2009, ВБН В.2.3-218-003-97 та вимог *фізико-механічні показники наплавної гідроізоляції*: міцність зчеплення, не менше 0,60 МПа з бетонною основою, показник температурного відшарування, не менше 0,8, показник технологічної теплостійкості 0,3. Рекомендується застосовувати для підвищення зчеплення при зсуві композицію епоксикаучукову «Макро» (з посипкою щебеню фракцією 10 мм - 15 мм), який відповідає вимогам ТУ У 14365231.01-93 (рис. 4).

Вимоги до армуючих матеріалів при призначенні того чи іншого виду матеріалу для підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття на мостах доцільно орієнтуватись на загальні вимоги, що рекомендовані Р В.3.2-218-03450778-779:2010, Р В.2.7-218-02071168-784:2011. Для міцного зчеплення між шарами рекомендується використовувати литий та епоксифасфальт вимоги до яких наведені вище.



1 –залізобетонна основа мосту; 2 – захистно-зчпний шар «Макро»;  
3 – асфальтобетонне покриття

Рисунок 4 – Конструкція дорожнього одягу

*Конструктивні* - для покращення зчеплення між жорсткою основою та асфальтобетонним покриттям рекомендується застосовувати прошарки із матеріалів, що мають підвищену адгезію до асфальтобетонів та підвищену деформативність та еластичність. Для зменшення копіювання температурних швів та тріщин жорсткої основи в асфальтобетонному покритті рекомендується застосовувати армуючі тріщиноперериваючі прошарки.

*Технологічні* операції при влаштуванні підгрунтовки або зчпних, тріщиноперериваючих або армуючих прошарків необхідно здійснювати за відповідними технологічними регламентами і дотримуватися правил контролювання якості виконання робіт з урахуванням положень чинних нормативних документів та вимог виробників.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Золотарев В.А., Чугуенко С.А., Галкин А.В. О взаимосвязи свойств битумополимерных вяжущих и сдвигоустойчивости асфальтобетона // Автошляховик України. – 2004. - №3. – С.25-30. (Про взаємодію властивостей бітумополімерних в'язучих і зсувостійкість асфальтобетону)
2. Золотарев В.А., Сибильский Д., Чугуенко С.А. Сравнение показателей сдвигоустойчивости при кручении и колеобразовании // Вестник ХНАДУ/ Сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2005. – Вып. 29. – С. 255-258. (Порівняння показників зсувостійкості при крученні і колієутворенні).
3. В.К. Жданюк, В.М. Даценко, С.А. Чугуенко, О.О.Воловик До питання про методи оцінки та показники зсувостійкості асфальтобетонів // Автошляховик України – 2008. - №3(203). – С. 28-30.
4. А.Н. Онищенко Экспериментальная методика определения колеестойкости асфальтобетонных покрытий на мостах / Мозговой В. В., Онищенко А. Н. // Мир дорог. – Ярославль – 2011 – С. 57-59. (Експериментальна оцінка визначення колієстійкості асфальтобетонного покриття на мостах).
5. В.К. Жданюк, Д.Ю. Костін, О.О. Воловик Колієстійкість щебенево-мастикового асфальтобетону різних видів. Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів /Матеріали міжнародній науково-технічній конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету. Харків 2010. – С. 98-102.
6. А. М. Онищенко Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві / Онищенко А. М., Мозговой В. В., Жуков О. О., Невінгловський В. Ф., Куцман О. М., Білан О. О., Жданюк К. В., Юнак А. Л. // Вісник. -2010 -№ 1 - С. 53-60.
7. А. М. Онищенко Управління якістю по забезпеченню зсувостійкості та колієстійкості асфальтобетонного покриття на мостах / Онищенко А. М., Мозговой В. В., Невінгловський В. Ф., Різніченко О. С., Гаркуша М. В. // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2010 - № 38 – С. 88-97.