

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА
МОСТОВИХ СПОРУДАХ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ**

**TO INCREASE THE DURABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGE
STRUCTURES BY USING RUBBER CRUMB**



Мірчук Ірина Олегівна, аспірант, кафедра «Мости, тунелі і гідротехнічні споруди» Національний транспортний університет, Київ, Україна,
e-mail: ira.mirchuk@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-3928-4293>

Анотація: Штучні споруди до яких відносяться мости, шляхопроводи, віадуки, естакади та інші споруди, є невід’ємною складовою транспортної інфраструктури, які задовольняють потреби населення у перевезеннях пасажирів і вантажів.

До однієї з основних конструкцій мостової споруди відноситься мостове полотно, яке першим сприймає тимчасове навантаження транспортних засобів через асфальтобетонне покриття проїзду.

На даний час одним з методів удосконалення конструкцій дорожнього одягу на мостових спорудах та підвищення його довговічності є використання новітніх технологій, які передбачаються застосування сучасних матеріалів.

Розглядаючи процес будівництва чи ремонту асфальтобетонного покриття на мостових спорудах у довгостроковій перспективі, слід звернути особливу увагу на економічні показники, які виникають внаслідок зменшення витрат на експлуатаційне утримання, а також значно більшої довговічності мостового полотна за рахунок використання асфальтобетонних сумішей на основі модифікованих бітумів гумовою крихтою.

Ключові слова: дорожній бітум, модифікація бітумного в’язучого, гумава крихта.

Вступ. Більша частина автомобільних мостів України побудована в період 60-80-х років ХХ сторіччя. Штучні споруди були запроектовані за чинними на той час нормативними документами та технічними умовами з урахуванням перспективи розвитку транспортної інфраструктури з розрахунком орієнтовної інтенсивності руху до 20 тис. авто на добу. Проте, протягом останнього десятиліття, значно зросла інтенсивність та швидкість руху автомобільного транспорту, а також збільшився рух великовагового транспорту (здебільш неконтрольованого), особливо в літній період, коли коливання температури повітря становить понад +28С. В свою чергу, це призводить до надмірного навантаження на конструкції мостового полотна, в тому числі на асфальтобетонне покриття, що призводить до його руйнування (утворення тріщин, вибоїн, напливів, колійності та інших пошкоджень).

Наявність дефектів в асфальтобетонному покритті на мостових спорудах не гарантують безпечний рух для транспортних засобів, а незадовільний стан водовідвідної системи призводить до постійного замокання нижче розміщених несних конструкцій. Всі ці фактори призводить до зниження надійності та довговічності конструкцій споруди в цілому.

Технічний стан асфальтобетонного покриття, як елементу мостового полотна на штучних спорудах, є одним з головних питань для транспортної інфраструктури в цілому.

Матеріали та методи. Проведено випробування модифікованого бітумного в'язучого у відповідності до діючих нормативних документів України. Для проведення випробування було використано спеціальний реактор для приготування модифікованого бітумного в'язучого.

Для проведення модифікації бітумного в'язучого в лабораторних умовах було виконано наступні операції: нагрівання бітуму до робочої температури; введення в бітум необхідної кількості гумової крихти; нагрівання в'язучого до робочої температури приготування при безперервному перемішуванні; витримка бітумного полімеру в реакторі при робочій температурі при безперервному перемішуванні протягом заданого часу модифікування, необхідного для одержання відповідних фізико-механічних властивостей.

Під час проведення досліджень впливу гумової крихти, як модифікуючої добавки було використано бітумне в'язуче марки БНД 70/100. Гумова крихта вводилось в бітуми у кількості від 5% до 10%. Модифікація бітумів виконувалась за температури від 160°C до 220°C протягом 1,0 – 4,0 годин.

Метою роботи є розгляд питання підвищення довговічності асфальтобетонного покриття на мостових спорудах, шляхом покращення фізико – механічних властивостей бітумних в'язучих з використання гумової крихти, а також зменшення негативного впливу на навколишнє середовище відходів гумової промисловості.

Виклад основного матеріалу. Асфальтобетонне покриття проїзної частини має ряд важливих факторів, що забезпечують безпеку та комфортність руху автомобільного транспорту, а саме: рівність, низький рівень шуму та шорсткості, що забезпечує необхідний коефіцієнт шеплення з автомобільним шинами під час руху. Проте, необхідно зазначити, що під час експлуатації таке покриття легко піддіється впливу несприятливих факторів, яке призводить до передчасного виникнення пластичних деформацій у йому.

Ефективним способом підвищення якості дорожніх бітумів є регулювання їх властивостей шляхом використання модифікуючих добавок, таких як гумова крихта, полімери, адгезійні добавки та інше. Світовий досвід показує, що термін служби покриття, що передбачає використання модифікованого бітуму значно перевищує термін служби покриття з використанням немодифікованого бітуму за однакових умов експлуатації.

Проведення випробувань показників як традиційних так і модифікованих гумовою крихтою бітумних в'язучих виконувалось у відповідності до чинних нормативних документів (табл.1).

Таблиця 1 – Показники за яким проведено випробування традиційних та модифікованих гумовою крихтою бітумних в'язучих

Table 1 – Indicators for testing traditional and modified with rubber crumb bitumen binders

| Найменування показника | Метод випробування |
|--|----------------------------|
| Глибина проникнення голки (пенетрація), 0,1 мм: за температури 25°C за температури 0°C | згідно з ДСТУ EN 1426:2018 |
| Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °C | згідно з ДСТУ EN 1427:2018 |
| Розтяжність (дуктильність), см: за температури 25°C за температури 0°C | згідно з ДСТУ 8825:2019 |

Аналіз результатів визначення пенетрації при 25⁰С бітумів, що модифіковані різною кількістю крихти та протягом заданого часу модифікації показав наступне. При вмісті крихти 5% протягом 1 год модифікації показник пенетрації зменшився у 0,98 рази, при 2 год 0,965 разів, при 3 год 0,95 рази та при 4 год в 0,93 рази у порівнянні з вихідним бітумним в'язучим. При модифікації бітуму 7% крихти після 1 год значення пенетрації зменшилось у 0,975 рази, після 2 год у 0,95 рази, після 3 год у 0,935 рази та після 4 год у 0,92 рази. Також, зменшення показника пенетрації спостерігається і при вмісті крихти 10%, а саме після 1 год відбулось його зменшення у 0,965 рази, після 2 год 0,935 рази, після 3 год у 0,2 рази, а при 4 год у 0,91 рази.

Також проведено аналіз результатів залежності пенетрації бітумного в'язучого модифікованого гумової крихти за температури 0С від часу приготування при різному вмісті крихти. Так, при вмісті 5% крихти значення пенетрації після 1 год модифікації зменшився на 2,44%, після 2 год на 4,88% після 3 год на 6,09% та після 4 год на 7,32% у порівнянні з вихідним матеріалом. Також після 1 год модифікації бітумного в'язучого, що модифіковане 7% крихти спостерігається зменшення на 4,88%, після 2 год на 8,54%, після 3 год 9,76%, після 4 год на 10,98%. І відповідно при вмісті 10% крихти після 1 год на 7,32%, після 2 год на 10,98%, після 3 год на 12,19% та після 4 год на 13,41% у порівнянні з значенням показника пенетрації вихідного матеріалу.

Проводячи аналіз отриманих результатів випробування було встановлено залежність температури розм'якшення бітумного в'язучого модифікованого гумової крихти від часу приготування при різному вмісті крихти. Так температура розм'якшення при вмісті 5% крихти після 1 год модифікації зросла у 1,06 рази, після 2 год – 1,13 рази, після 3 год – 1,9 рази та після 4 год в 1,2 рази у порівнянні з вихідним матеріалом. Окрім цього, при вмісті 7% крихти температура розм'якшення після 1 год зросла у 1,09 рази, після 2 год – 1,17 рази, після 3 год – 1,23 рази та після 4 год в 1,33 рази, а відповідно при 10% крихти після 1 год модифікації зросла у 1,13 рази, після 2 год – 1,22 рази, після 3 год – 1,29 рази та після 4 год в 1,35 рази.

З аналізу результатів випробування встановлено зростання температури розм'якшення бітумного в'язучого модифікованого різною кількістю гумової крити від температури приготування. А саме за температури приготування 160⁰С при вмісті гумової крихти 5% температура розм'якшення зросла в 1,01 рази, при 180⁰С в 1,02 рази, при 200⁰С в 1,04 рази, а при 220⁰С в 1,10 рази у порівнянні з вихідним бітумним в'язучим. Також за температури приготування 160⁰С при 7% крихти температура розм'якшення зросла в 1,06 рази, при 180⁰С в 1,08рази, при 200⁰С в 1,12 рази, а при 220⁰С в 1,18 рази, і відповідно при температурі приготування 160⁰С при вмісті гумової крихти 10% температура розм'якшення зросла в 1,14 рази, при 180⁰С в 1,16 рази, при 200⁰С в 1,20 рази, а при 220⁰С в 1,29 рази у порівнянні з вихідним бітумним в'язучим.

Аналіз результатів проведеного випробування з визначення залежності показника еластичності бітумного в'язучого від температури приготування при різній кількості крихти показав наступні результати. При вмісті 5% крихти за температури приготування 160⁰С коефіцієнт еластичності становить 48%, при 180⁰С – 49%, при 200⁰С – 50,5%, при 220⁰С – 52%. Аналогічне збільшення даного показника спостерігається і при вмісті 7% крихти, а саме: за температури приготування 160⁰С коефіцієнт еластичності становить 49,5%, при 180⁰С – 52,5%, при 200⁰С – 55%, при 220⁰С – 57,5%. При подальшому збільшенні вмісту крихти до 10% даний показник за температури 160⁰С, 180⁰С, 200⁰С, 220⁰С становить 52,5%, 55%, 58,5% та 62% відповідно.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено вплив гумової крихти на фізико – механічні показники вихідного бітумного в'язучого.

Застосування гумової крихти для проведення модифікації бітумного в'язучого має позитивну тенденцію зміни при визначенні його еластичності, розтяжності та температури розм'якшення. Використання асфальтобетонних сумішей на основі модифікованого в'язучого безпосередньо на об'єкті виконання робіт забезпечить надійну експлуатацію конструкції дорожнього одягу на мостових спорудах та безпечний рух автомобільного транспорту.

Перелік посилань

1. Онищенко А. М. Підвищення довговічності асфальтобетонних шарів за рахунок використання полімерних латексів: автореферат дис. канд. тех. наук. Київ, 2008.
2. ДСТУ EN 1426:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки (пенетрації) (EN 1426:2015, IDT).
3. ДСТУ EN 1427:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі (EN 1427:2015, IDT).
4. ДСТУ 8825:2019 Бітум та бітумні в'язучі. Метод визначення розтяжності.
5. ДСТУ Б В.2.7-310:2016 Бітуми дорожні, модифіковані гумовою крихтою. Технічні умови. З Поправкою.

TO INCREASE THE DURABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGE STRUCTURES BY USING RUBBER CRUMB

Iryna Mirchuk, PhD student, Department of Bridges and Tunnels National transport university, e-mail: ira.mirchuk@ukr.net, +380936718902, <https://orcid.org/0000-0003-3928-4293>

Summary. Artificial structures, which include bridges, overpasses, viaducts, overpasses and other structures, are an integral part of the transport infrastructure that meet the needs of the population in the transportation of passengers and goods.

One of the main structures of a bridge structure is the bridge deck, which is the first to receive the temporary load of vehicles through the asphalt concrete pavement of the roadway.

Currently, one of the methods of improving the pavement structures on bridge structures and increasing its durability is the use of the latest technologies, which involve the use of modern materials.

Considering the process of construction or repair of asphalt pavement on bridge structures in the long term, special attention should be paid to the economic indicators arising from the reduction of maintenance costs, as well as significantly longer durability of the bridge deck due to the use of asphalt mixtures based on modified bitumen with rubber crumb.

Keywords: road bitumen, bitumen modification binder, rubber crumb.

References

1. Onyshchenko A. M. Increasing the durability of asphalt concrete layers through the use of polymer latexes: PhD thesis. Kyiv, 2008.
2. DSTU EN 1426:2018 Bitumen and bituminous binders. Determination of needle penetration depth (penetration) (EN 1426:2015, IDT).
3. DSTU EN 1427:2018 Bitumen and bituminous binders. Determination of softening point by the ring and ball method (EN 1427:2015, IDT)
4. DSTU 8825:2019 Bitumen and bitumen binders. Method for determination of extensibility.
5. DSTU B V.2.7-310:2016 Road bitumen modified with rubber crumb. Technical specifications. With Amendment.

Дата надходження до редакції 10.11.2023.