

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА ЖОРСТКІЙ ОСНОВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Онищенко А.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, art.onish.1002@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1040-4530

Федоренко О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, 50281@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4288-5508

Янчук Л.Л., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, Leonid.ianchuk@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1269-1251

ENSURING THE DURABILITY OF THE ASPHALT CONCRETE COATING ON THE HARD BASIS OF ROADS

Onyschenko A.M., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, art.onish.1002@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1040-4530

Fedorenko O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, 50281@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4288-5508

Ianchuk L., Ph.D, National Transport University, Kyiv, Ukraine, Leonid.ianchuk@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1269-1251

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ЖЕСТКОЙ ОСНОВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Онищенко А.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, art.onish.1002@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1040-4530

Федоренко А.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, 50281@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4288-5508

Янчук Л.Л., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, Leonid.ianchuk@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1269-1251

Вступ. При експлуатації асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг на його поверхні з'являються тріщини від коливання температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів та накопичуються пластичні деформації у вигляді колії, зсувів та напливів, що пов'язано з недостатньою колієстійкістю покриття в умовах підвищених температур і слабого зчеплення між шарами асфальтобетонів та жорсткою основою автомобільної дороги. Проблема недостатньої колієстійкості асфальтобетонного покриття підсилюється ще тим, що на автомобільних дорогах при високих температурах суттєво знижується модуль пружності асфальтобетону, а модуль пружності основи (цементобетону) практично не змінюється. Це призводить до концентрації напружень на контактній асфальтобетону з цементобетонною основою та значних горизонтальних зсувних деформацій. Крім того значна різниця коефіцієнтів лінійного температурного деформування покриття та основи автомобільної дороги [1-3] часто призводить до відшарування асфальтобетонного покриття від жорсткої основи автомобільних доріг при коливаннях температури. Тому результатами наукових досліджень є вирішення основної проблеми довговічності асфальтобетонного покриття на автомобільних дорігах, яка вирішується практичними методиками.

Постановка проблеми. Останніми роками в Україні, у зв'язку зі зростанням параметрів транспортних навантажень та аномально високими літніми температурами, значного розповсюдження набули дефекти на асфальтобетонному покритті на жорстких основах автомобільних доріг у вигляді тріщин, зсувів та колій. Дані дефекти призводить як до зменшення довговічності самого покриття, так і до погіршення безпеки дорожнього руху, в результаті прояву ефекту аквапланування, підвищення слизькості покриття (особливо у зимовий період) та погіршення умов маневрування транспортних засобів під час руху, що у свою чергу не дозволяє повною мірою забезпечити комфортне та безпечне перевезення пасажирів і вантажів, а також впливає на зниження пропускної здатності автомобільних доріг. Ремонт зазначених дефектів асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг є складним, трудомістким та фінансово витратним процесом, що супроводжується значними матеріальними та енергетичними затратами. Окрім того, виконання ремонтних робіт по усуненню

тріщин, зсувів та колійності не завжди призводить до бажаного результату. Як відомо, на практиці широко використовують типові конструкції асфальтобетонного покриття на жорсткій сонові для автомобільних доріг, які не завжди забезпечують необхідну довговічність, а методи їх розрахунку є недосконалими. Тому, розробка практичних методик із забезпечення довговічності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг є актуальною.

Мета роботи. Запропоновані практичні методики забезпечення довговічності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг

Основна частина. У результаті проведених досліджень в даній статті запропоновано практичні заходи із забезпечення довговічності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг із застосуванням рецептурно-структурних, конструктивних і технологічних способів, основні з яких наведені нижче. Вимоги до зернових (гранулометричний) складів асфальтобетонної суміші. Зерновий 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 [3-11]. Рекомендується застосовувати асфальтобетон з таким зерновим складом, що забезпечить підвищену колієстійкість. Для доріг I та II категорій рекомендується застосовувати асфальтобетон: – дрібнозернистий (для верхнього шару), щільний типу А або типу Б, I марки з максимальним розміром щебеню 15 мм (20 мм), згідно з [4, 8, 11, 12]; – щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА) з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм) – для верхнього шару та 20 мм – для нижнього шару покриття згідно з [7, 12, 11]; – асфальтобетон литий (ЛА) «Гусасфальт» максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм) для верхнього шару та 15 мм – для нижнього шару згідно з [6, 12].

Вимоги до властивостей асфальтобетонної суміші та асфальтобетону. Асфальтобетони, які застосовуються в якості покриття на автодорожніх мостах автомобільних доріг в залежності від категорії та дорожньо – кліматичного районування, повинні відповідати вимогам до фізико-механічних властивостей згідно [4–8, 10–12] та вимогам таблиці 1.

Таблиця 1 – Вимоги до проектування зернового складу в залежності від технології ведення полімеру в асфальтобетону суміш

Table 1 – Requirements for the design of the grain composition depending on the technology of the polymer in the asphalt mixture

Вид асфальт обетону	Технологія виготовлення асфальтобетонних сумішей		Властив ості перевіряються за вимога ми	Вимоги	Категор ія дороги
	бітум модифікований полімерами	при веденні полімеру в суміш			
1	2	3	4	5	6
Тип А, Тип Б	БМП 40/60-56, БМП60/90-52	ведення латексу в суміш у кількості 3-5% від маси бітуму	$R_{20} > R_{норм.}$	4,0	I, II
			$R_{50} > R_{норм.}$	2,0	
			$K_{ГР/вод} > K_{вим}$	0,9	
			$W_{min} < W < W_{max}$	2,0-3,5	
ЩМА	БМП 40/60-56, БМП60/90-52	Ведення в асфальтобетонну суміш латексу в кількості 3-5% від маси бітуму	$W_{50} < W_{норм.}$	5	I, II
			$R_{min} < R_0 < R_{max}$	2,5-5,5	
			$R_{50} > R_{норм.}$	0,7	
			$R_{20} > R_{норм}$	2,7	
			$W_{min} < W < W_{max}$	1,0-3,0	
			$W_{50} < W_{норм.}$	5	
ЛА	БМП 40/60-56, БМП60/90-52	–	$E_p < E_{норм.}$	0,16	I, II
			$P_{min} < P_{2,5.00ас} < P_{max}$	1,0-3,0	
			$R_{50} > R_{норм.}$	0,7	
			$R_{20} > R_{норм}$	2,7	
			$\Pi_{3/II} < \Pi_{3/II}^{норм}$	2	
			$R_{min} < R_0 < R_{max}$	2,5-6,0	
			$W_{50} < W_{норм.}$	5	

Для доріг III категорії рекомендується застосовувати асфальтобетон: – дрібнозернистий (для верхнього шару), щільний, типу А або типу Б, I марки з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм, 20 мм), згідно з [4, 8, 11, 12]; – щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 10 мм (15 мм), згідно з [7, 11, 12]; – асфальтобетон литий аналогічно як для доріг I та II категорій. 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), згідно з [4, 8, 11, 12]; – щебенево-мастиковий асфальтобетон з максимальним розміром щебеню 5 мм (10 мм), згідно з [7, 11, 12]; – литий асфальтобетон застосовують при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

Вимоги до проектування зернового складу асфальтобетонних сумішей для автомобільних доріг III-V повинні відповідати вимогам згідно [4 – 8, 10 – 12].

Показник однорідності асфальтобетонних сумішей необхідно оцінювати за коефіцієнтом варіації показника границі міцності на стиск асфальтобетону за температури 50 оС згідно з методикою [13]. Він не повинен перевищувати для асфальтобетонів: для автомобільних доріг I, II категорій – 15; для III, IV категорій – 18 [4, 5, 7 – 12, 14].

Для підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття доцільно використовувати полімерні і полімерно-армуючі добавки для модифікації асфальтобетонної суміші згідно з [11, 12].

Проектування складу асфальтобетону підвищеної колієстійкості. Суть полягає у проектування зернового складу вихідних мінеральних компонентів асфальтобетону, а саме традиційного асфальтобетону [3, 4, 8, 10, 11], щебенево-мастикового асфальтобетону [7] та асфальтобетону литого «Гусасфальт» [10]), на бітумі нафтовому дорожньому [15] та бітумі модифікованому полімерами [9]. Дана методологія базується на експериментально-розрахункових методах та техніко-економічному обґрунтуванні при оптимізації зернового складу.

Для забезпечення оптимізації зернового складу при проектуванні асфальтобетону підвищеної колієстійкості для застосування на автодорожніх мостах пропонуються такі методи, а саме: – проектування зернового складу асфальтобетону на бітумі нафтовому дорожньому та бітумі модифікованому полімерами; проектування зернового складу асфальтобетону підвищеної колієстійкості з оптимізацією за показником розрахункового строку служби; встановлення марки за експлуатаційними характеристиками асфальтобетону; оцінка економічної ефективності асфальтобетону.

Проектування зернового складу асфальтобетону на бітумі нафтовому дорожньому або бітумі модифікованому полімерами. Проектування складу асфальтобетону, розпочинається з визначення зернового складу вихідних мінеральних компонентів.

Необхідно виконати підбір зернового складу асфальтобетонної суміші (контрольний склад), що найкраще відповідатиме вимогам [3, 4, 6 – 8]. Відповідно до рекомендацій [3, 4, 6 – 8] призначається або розраховується орієнтовне значення оптимальної кількості бітумного в'язучого

\tilde{B}_{opt} [3, 4, 6 – 8]. Бітумне в'язуче – це бітум нафтовий дорожній [15] або бітум дорожній, модифікований полімерами згідно [9]. Потім встановлюється кілька значень кількості в'язучого Б

(не менше п'яти) для лабораторного приготування асфальтобетонної суміші: $B_1 = \tilde{B}_{opt}$,

$B_2 = \tilde{B}_{opt} - n$, $B_3 = \tilde{B}_{opt} - 2n$, $B_4 = \tilde{B}_{opt} + n$, $B_5 = \tilde{B}_{opt} + 2n$ і т.д. (n – зміна кількості в'язучого, що встановлюється в межах 0,3-0,5 %) [3, 10, 11].

Наступним етапом виготовляються проби асфальтобетонної суміші з призначеними кількостями бітумного в'язучого і формуються зразки циліндричної форми розмірами згідно [10, 13, 16, 17] для визначення таких фізико-механічних властивостей з урахуванням табл. 7.1: водонасичення W ; R_{50} R_{20} – границі міцності при стиску за температури 50 °С, 20 °С; R_0 – границі міцності при розколіванні за температури 0 °С; w – глибина колії; E_p – показник стікання; $P_{зл.вдав}$ – глибина вдавлення штампу (можуть бути вибрані додатково і інші стандартні фізико-механічні характеристики).

Після, чого будуються графіки залежностей $W = f(B)$, $R_{20} = f(B)$, $R_{50} = f(B)$, $R_0 = f(B)$, $w = f(B)$, $E_p = f(B)$, $P_{зл.вдав} = f(B)$ від кількості бітумного в'язучого. Отримані графічні залежності аналізуються з визначенням чітко вираженими максимумами. Однак, у випадках,

коли не спостерігаються максимуми, то необхідно уточнити значення B і n та при їх значеннях отримати характеристики W , R_{50} , R_{20} , R_0 , та E_p , $P_{зл.вог}$, W .

У результаті отриманих даних необхідно вибрати таку кількість бітумного в'язучого, при якій асфальтобетон найкраще відповідає за випробуваними показниками (W , $R_{20}^{год}$, R_{50} , K_{MP3} та K_{TP}) вимогам нормативних документів [4, 6, 7,8 10, 16, 17] та таблиці 1. Дана кількість бітумного в'язучого вважається оптимальною (B_{opt}). У випадках, коли асфальтобетон не задовольняє стандартним вимогам, необхідно внести корективи в склад, замінюючи компоненти асфальтобетону та змінюючи їх кількісне співвідношення до задоволення попередніх вимог.

Виконання досліджень потребує виготовлення відповідної кількості зразків для проведення досліджень по встановленню всіх стандартних характеристик асфальтобетону контрольного складу з оптимальною кількістю бітумного в'язучого B_{opt} .

Результати досліджень перевіряються відповідності вимогам існуючих нормативних документів [4, 6, 7,8 10, 16, 17] та таблиці 1. У тому випадку, коли результати досліджень відповідають вимогам нормативних документів, можна вважати, що контрольний склад асфальтобетонної суміші є підібраним. Однак, якщо цей склад не задовольняє вимогам нормативних документів, то необхідно виконати корегуючі дії до отримання позитивних результатів. Зерновий склад асфальтобетонної суміші необхідно перевіряти з урахуванням часу її транспортування у зв'язку з тим, що із збільшенням часу транспортування суміш в кузові автомобіля починає розшаровуватись, це призводить до так званих процесів сегрегації [14]. Тому, необхідно відбирати асфальтобетонну суміш з конкретного об'єкту де буде вона застосовуватись. Зерновий склад асфальтобетонної суміші перевіряється за вимогами [4, 6, 7,8 10, 16, 17]. Фізико-механічні властивості асфальтобетону. Показники фізико-механічних властивостей асфальтобетону повинні відповідати вимогам [4, 6, 7,8 10, 16, 17] та таблиці 1 з урахуванням відповідного часу транспортування асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля.

Проектування зернового складу асфальтобетону підвищеної колієстійкості з оптимізацією за показником розрахункового строку служби. Суть методу полягає у проектуванні гранулометричного складу асфальтобетону [142, 449 – 452, 504] (п. 7.1.4.1) з оптимізацією за показником розрахункового строку служби T_p^k , який базується на визначенні розрахункового строку

служби асфальтобетону за критерієм показника стійкості до накопичення залишкових деформацій S_w при нормальних умовах експлуатації, яка базується на даних [17-20]. Даний метод визначення розрахункового строку служби асфальтобетону може бути використаний для встановлення залишкового строку служби асфальтобетонного покриття на стадії експлуатації за критерієм показника стійкості до накопичення залишкових деформацій S_w . За розрахунковий строк служби асфальтобетону T_p^k , який являє собою період часу безвідмовної роботи матеріалу покриття (без виникнення залишкових деформацій у вигляді колії) на протязі всього розрахункового строку служби, визначається за формулою:

$$T_p^k = \left((K_y \cdot S_w^H) / (S_w \cdot N_p^{a/\Gamma} \cdot T_{50}) \right) \cdot 10^2 \geq [T_{\text{проект.}}] \quad (1)$$

де T_p^k – строк служби асфальтобетонного покриття за критерієм колієстійкості визначається у роках;

S_w^H – нормативне значення показника стійкості до накопичення залишкових деформацій (граничний показник), м·N визначається за формулою (2);

K_y – коефіцієнт умови руху транспортних засобів, для стиснених умов руху на автодорожніх мостах приймають 1,0;

S_w – величина інтегрального показника стійкості до накопичення залишкових деформацій м·N, після одного циклу дії колісного навантаження при температурі 50 °C ;

$N_p^{a/g}$ – розрахункова інтенсивність руху в полосі транспортних засобів за годину, авт./год (для розрахунку приймає 190); визначається по результатами спостереження за конкретним автодорожнім мостом, а також відповідно методики, яка наведена в розділі 2 даної роботи;

$T_{\text{проект.}}$ – проектний строк служби асфальтобетонного покриття проїзної частини автодорожнього мосту, що становить 7 років;

T_{50} – кількість годин в році з температурою асфальтобетонного покриття 50 °С і вище, год/рік, визначається по даним метеостанції в кожному конкретному регіоні, при відсутності даних рекомендується приймати 200 год/рік.

Приклад обробки результатів випробувань п'яти зернових складів асфальтобетону, що представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати оцінки строк служби асфальтобетонного покриття за критерієм коєстійкості

Table 2 – The results of the assessment of the service life of asphalt pavement by the criterion of track resistance

Шифр	Розшифровка асфальтобетону	Максимальна величина колії W , мм		Розрахунковий строк служби покриття на автодорожніх мостах, для автомобільної дороги I – і категорії, роки
		після 4000 проходів колеса по зразку	після 10000 проходів колеса по зразку	
10.2-А-20-3В	АСГ.Др.Щ.А-20 НП.І. (БНД 60/90 – 3 % Butonal NS 198 – 5,7 %)	3,0	4,1	11,0
11.5-Б-20-3К	АСГ.Др.Щ. Б-20 НП.І. (БНД 60/90 – 3 % Kraton D1101 – 6,0 %)	4,3	5,4	8,5
9.2-ЩМА-20-3В	ЩМА-20 (БНД 60/90 – 3 % Butonal NS 198 – 6,2 %)	2,5	3,0	15,7
9.10-ЩМА-20-П	ЩМА-20 (Полігум – 5,9 %)	1,7	1,95	24,7
7.10-ЛА-15-П	Литий а/б ЛА-15 (Полігум – 8,0 %)	3,0	3,6	13,2

$$S_w^H = w_n \cdot N_n \quad (2)$$

де w_n – нормативне значення залишкової деформації, для розрахунків приймається 0,005 м;

N_n – кількість навантажень приймають для розрахунків 4000.

Величину S_w інтегрального показника стійкості до накопичення залишкових деформацій у асфальтобетонному зразку визначають за методикою [20]. Для визначення показника стійкості асфальтобетону до накопичення залишкових деформацій формують зразки згідно [20] або іншими методами. Товщина зразків повинна бути рівною проектній товщині верхнього шару покриття. Асфальтобетонні зразки плити випробовують на секторному пресі під дією огубленого колеса з еквівалентним навантаженням до розрахункового автомобіля 57,5 кН (тиск від колеса на зразок 0,8 МПа) при температурі 50 °С. Огумлене колесо у секторному пресі [20] здійснює зворотно-поступальний рух по випробувальній поверхні зразка – це вважається один циклом навантаження.

Після завершення 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 8000, 10000, 15000, 20000 циклів навантаження вимірюється глибина колії в кожному зразку. Інтегральний показника стійкості до накопичення залишкових деформацій асфальтобетону, після одного циклу дії колісного навантаження S_w , визначають за формулою:

$$S_w = \frac{w_2 \cdot N_2 - w_1 \cdot N_1}{N_2 - N_1} \cdot 0,001 \quad (3)$$

N_1 – мінімальна кількість циклів навантаження колеса на зразок, приймається, рівне 4000;

N_2 – максимальна кількість циклів навантаження колеса на зразок, приймається, в нашому випадку рівне 10000 або 20000 циклів;

w_1 – залишкова деформація, яка утворилась в зразку, після мінімальної кількості циклів навантаження колеса, мм;

w_2 – залишкова деформація, яка утворилась в зразку, після максимальної кількості циклів навантаження колеса, мм.

Стійкість до накопичення залишкових деформацій асфальтобетону. Суть методики полягає оцінці коліестійкості асфальтобетону в залежності від часу транспортування в кузові автомобіля асфальтобетонної суміші на об'єкті. Як відомо з практики [14] на дальність перевезення асфальтобетонної суміші впливають так звані процеси сегрегації [14], які призводять до погіршення показник стійкості до накопичення залишкових деформацій у вигляді колії. Тому необхідно відбирати асфальтобетонні суміші з даного об'єкту і в лабораторних умовах виготовляти зразки – плити та випробовувати на показник стійкості до накопичення залишкових деформацій $S_w^{експ}(t_p)$ при температурі 50 °С та еквівалентному розрахунковому навантаженні 57,5 кН на огумлене колесо при кількості проходів ($N=20000$) по одному сліду асфальтобетонного зразка-плити за методикою [14, 20]. Отримане значення необхідно оцінювати за показником коліестійкості асфальтобетону і перевіряють за умовою:

$$P_{S_w} < 1 \quad (4)$$

де P_{S_w} – коефіцієнт коліестійкості асфальтобетону, який визначається за залежністю (5).

Даний критерій (4) дозволяє оцінити коліестійкість асфальтобетону з урахуванням часу транспортування, якщо умова становить $P_{S_w} > 1$ то такий асфальтобетон є не коліестійким, а покриття, яке влаштоване на даному автодорожньому мосту призведе до інтенсивного колієутворення від дії транспортних засобів та температури покриття понад 50 °С. Якщо умова становить $P_{S_w} < 1$ то такий асфальтобетон є коліестійким і має підвищену довговічність.

Рекомендовано для I, II категорії, значення не більше $P_{S_w} = 0,8$.

$$P_{S_w} = \frac{S_w^{експ}(t_p)}{S_w^H} \quad (5)$$

де $S_w^{експ}$ – експериментальне значення інтегрального показника стійкості до накопичення залишкових деформацій у асфальтобетонних зразках, який залежить від часу транспортування і визначається за методикою [20];

S_w^H – нормативне значення інтегрального показника стійкості до накопичення залишкових деформацій у асфальтобетонних зразках приймається за залежністю (6)

$$S_w^H = w_H \cdot N_K \quad (6)$$

N_K – кількість проходів навантаження після, яких знімається залишкова деформація за методикою [20] і приймається 10000.

Запропонований критерій (4) дозволить контролювати асфальтобетонну суміш на всіх об'єктах автодорожніх мостів за показником колієстійкості. Для забезпечення умови (4) необхідно забезпечувати однорідність суміші та температури за рахунок застосування перевантажувачів. Дана методика є ефективною для асфальтобетонів з вмістом щебеню понад 50%.

Визначення показника розшарування щебенево-мастикової суміші від термінів її зберігання і транспортування дозволить подовжити терміни служби покриття з щебенево-мастикового асфальтобетону на мостах завдяки усуненню таких дефектів, як бітумні плями, залишкові деформації у вигляді колії, зсуви, викришування, лущення і, як наслідок, збільшити міжремонтні терміни, що забезпечить значну економію фінансових і матеріальних ресурсів.

При влаштуванні покриття із щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші (ЩМАС) на мосту з метою забезпечення її однорідності, відстань та час транспортування повинні бути обмежені. Потрібно дотримуватись вимог до показника стікання E_p ЩМАС [3, 6, 14, 21] в залежності від часу транспортування за залежністю:

$$E_p(t_{Tp}) \leq E_{don}(t_{Tp}) \quad (7)$$

Де E_p – розрахунковий показник стікання, який залежить від часу транспортування ЩМАС і визначається за методикою [3, 6, 14, 21];

$E_{don}(t_{Tp})$ – допустимий показник стікання, який приймають в залежності від часу транспортування в кузові автомобіля і визначається за експоненційною ($R^2=0,95$) залежністю

$$E_{don}(t_{Tp}) = B \cdot e^{-b_1 \cdot t_{Tp}} \cdot \Delta_{\sigma} \cdot \left(1 + \frac{t_{\sigma}}{t_{\sigma}^H}\right)^l \quad (8)$$

B – нормативний показник стікання в'язучого з ЩМАС не повинен бути більший ніж 0,20 % за масою [14];

b – коефіцієнти показника стікання, ($b = 0,005$);

t_{Tp} – час транспортування суміші;

t_{σ} – час зберігання суміші у бункері;

t_{σ}^H – безпечний час зберігання суміші у бункері;

b_1, l – коефіцієнти, що встановлюються експериментально;

Δ_{σ} – час зберігання суміші в накопичувальному бункері на асфальтобетонному заводі, що рівний 1 при часі зберігання до 30 хв., а 0,8 при часі зберігання понад 30 хв (табл.3).

Для забезпечення однорідності суміші за показником стікання, а саме методом статистичної обробки значень показника стікання в'язучого щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші, який повинен бути не більше за нормативний показник стікання в'язучого B відповідно до [14]. Для цього відбирають 10 локальних проб сумішей в окремих місцях кузова автосамоскида вагою від 2 кг до 3 кг кожна.

Перед укладанням кожен автомобіль з асфальтобетонною сумішшю проходить візуальний контроль якості, де оцінюють рівномірність розподілу мінеральних частинок та в'язучого і колір. Додатково до цього, під час вивантаження, візуально оцінюють рухливість суміші, розшарування (за наявністю згустків в'язучого та його прилипання до кузова), а також її зручнорозкладальність при влаштуванні [3, 6].

Контроль температури асфальтобетонної суміші проводиться відповідно до методики [3, 6]. Середня температура ЩМАС у кузові автомобіля, в залежності від виду в'язучого, повинна бути не менше ніж мінімально допустиме значення температури на початку укладання даної суміші [3, 6, 14].

Зберігати та транспортувати модифіковані ЩМАС слід таким же чином як і традиційні асфальтобетонні суміші [3, 4, 6].

Розрахунок асфальтобетонного покриття на розтяг при згині. Під час розрахунку асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільної дороги при рівні завантаженості рухом не більше ніж 0,7 та часу дії навантаження 0,1 с за критерієм міцності на розтяг при згині,

виникаючі горизонтальні розтягуючі нормальні напруження під дією повторних короточасних навантажень не повинні перевищувати граничних напружень впродовж запроєктованого терміну служби при відповідному запасі коефіцієнта міцності, з урахуванням нормованого коефіцієнта надійності згідно з табл.8.2 ДБН В.2.3-4. Для цього повинна бути забезпечена умова (9):

$$K_{мц} \leq \frac{R_{зГ}^t}{\sigma_r^t}, \quad (9)$$

де $K_{мц}$ – коефіцієнт міцності матеріалу з урахуванням надійності матеріалу;

$R_{зГ}^t$ – гранично допустиме напруження асфальтобетону, з урахуванням втоми при відповідному часі (t) дії навантаження (0,1 с, 1,0 с, 10,0 с), МПа;

σ_r^t – розрахункове розтягуюче напруження в асфальтобетонному покритті при відповідному часі дії навантаження, МПа, з урахуванням залежності (10).

Таблиця 3 – Значення показника стікання в'язучого залежно від часу зберігання в накопичувачі і часу транспортування

Table 3 – The value of the drain rate of the binder depending on the storage time in the drive and the transport time

№	Час зберігання суміші в накопичувачах, год.	Час транспортування суміші, t_{Tr} год.	Показник стікання в'язучого, % за масою, не більше ніж
1	0,5, не більше ніж	0,5, не більше ніж	0,20
2	0,5, не більше ніж	від 0,5 до 1,0 включно	0,16
3	від 0,5 до 1,0 включно	0,5, не більше ніж	0,16
4	від 0,5 до 1,0 включно	від 0,5 до 1,0 включно	0,12
5	від 1,0 до 2,0 включно	0,5, не більше ніж	0,13
6	від 1,0 до 2,0 включно	від 0,5 до 1,0 включно	0,09

Максимальне розтягуюче зусилля в асфальтобетонному шарі покриття визначають за залежністю (10):

$$\sigma_r^t = \bar{\sigma}_r^t \cdot p \cdot K_e, \quad (10)$$

де $\bar{\sigma}_r^t$ – розтягуюче напруження в асфальтобетонному покритті при часі дії навантаження (0,1 с, 1,0 с, 10,0 с), МПа, від короточасного навантаження, при розрахункових відбитках діаметру штампю;

K_e – коефіцієнт, що враховує особливості напруженого стану асфальтобетонного покриття на металевих транспортних спорудах під колесом автомобіля зі спареними балонами (0,85);

p – розрахунковий тиск на покриття, МПа.

Міцність асфальтобетонного покриття металевих транспортних споруд на розтяг при згині визначають за залежністю (11):

$$R_{зГ}^t = R_{лаб}^t \cdot k_1^{t+t_i} \cdot k_2 \cdot (1 - \nu_R \cdot t), \quad (11)$$

де $R_{лаб}^t$ – лабораторне значення границі міцності на розтяг при згині асфальтобетону, в залежності від різного часу дії навантаження, при $t = 0,1$ с, 1,0 с, 10,0 с, МПа;

k_1 – коефіцієнт, що враховує втрату міцності при впливі різних процесів на втому при багаторазовому часі дії навантаження;

k_2 – коефіцієнт температурної тріщиностійкості матеріалу;

ν_R – коефіцієнт варіації міцності на розтяг при згині;

t – коефіцієнт нормативного відхилення.

t_i – інший час дії навантаження, с.

Коефіцієнт k_1 , що відображає вплив на міцність різних процесів втоми і визначається за залежністю (12):

$$k_1^{t+t_i} = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p^{t+t_i}}}, \quad (12)$$

де m – показник ступеня, що залежить від властивостей матеріалу розрахункового шару асфальтобетонного покриття;

$\sum N_p^{t+t_i}$ – розрахункова еквівалентна сумарна кількість прикладань розрахункового навантаження, як з часом дії навантаження t так і t_i , протягом всього строку служби, що визначається за залежністю (13):

$$\sum N_p^{t+t_i} = \delta_{t_i} \cdot \sum N_p \cdot \beta_{t+t_i} + (1 - \delta_{t_i}) \cdot \sum N_p, \quad (13)$$

де $\sum N_p$ – розрахункова сумарна кількість прикладання розрахункового навантаження за строк служби асфальтобетонного покриття ГБН В.2.3-37641918-559;

δ_{t_i} – частка від загальної кількості автомобілів в потоці, які затримуються;

β_{t+t_i} – коефіцієнт, який відображає вплив на втому руйнування розрахункового навантаження з часом дії t_i , визначається за залежністю (14):

$$\beta_{t+t_i} = \left(\frac{R_{\text{лаб}}^t \cdot \sigma_r^t}{R_{\text{лаб}}^{t_i} \cdot \sigma_r^{t_i}} \right)^{\frac{1}{m}}, \quad (14)$$

де $R_{\text{лаб}}^t$ – нормативне значення граничного опору розтягу при згині при розрахунковій температурі та при часі дії навантаження t_i , МПа.

Контролювання температури доставленої на об'єкт суміші в кузові транспортного засобу. Перед завантаженням асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладальника, потрібно перевірити її температуру. При перевірці температури асфальтобетонної суміші використовують: переносні контактні вимірювачі (термометри) зі щупами довжиною від 25 до 50 см для вимірювання температури всередині (ядрі) асфальтобетонної суміші; · безконтактні термометри для вимірювання температури на поверхні. Вимірювання температури проводиться в точках верхнього, середнього та нижнього поясів, а також в ядрі. Точки верхнього поясу знаходяться на поверхні асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля, точки середнього поясу знаходяться на глибині 20 см від поверхні асфальтобетонної суміші, точки нижнього поясу знаходяться на глибині 50 см. Температура асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля орієнтовно визначається за формулою:

$$T = \frac{T_{\text{П}} + T_{\text{Я}}}{2} \quad (15)$$

де $T_{\text{П}}$ – температура на поверхні – середнє арифметичне значення температур в точках верхнього та середнього поясів (точки верхнього поясу знаходяться на поверхні, точки середнього поясу – на глибині 20 см);

$T_{я}$ – температура ядра – середнє арифметичне значення температур в точках [3, 10] 25 нижнього поясу (в межах ядра, на глибині 50 см).

Завантаження асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладальника дозволяється, якщо виконується умова:

$$T \geq T_{поч.ущ} \quad (16)$$

де T – температура асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля;
 $T_{поч.ущ}$ – температура початку ущільнення асфальтобетонної суміші.

Якщо умова $T \leq T_{поч.ущ}$ не виконується, то суміш бракується.

Контролювання властивостей асфальтобетонної суміші при її укладанні та ущільненні.

Під час укладання асфальтобетонної суміші контролюється неперервність і синхронність процесу влаштування шару. Ущільнення необхідно виконувати відразу після вкладання. Під час ущільнення контролюється температура його завершення. Ця температура встановлюється окремо для кожної суміші на основі визначення коефіцієнту ущільнення $K_{ущ}$ зразків асфальтобетону, виготовлених із даної суміші в залежності від температури. За температуру завершення ущільнення приймається така температура, при якій досягається коефіцієнт ущільнення не менше нормативного значення (0,98).

Для встановлення температур, при яких асфальтобетонна суміш може бути ущільнена до необхідного рівня за коефіцієнтом ущільнення не менше мінімально допустимого значення згідно [3, 10], слід використовувати методику ущільнення асфальтобетонної суміші за допомогою лабораторного секторного пресу згідно [2, 20]. Запроектована асфальтобетонна суміш розігрівається до відповідних температур і ущільнюється на секторному пресі [2, 20]. Отримані зразки, що ущільнені при різних температурах, в орієнтовному діапазоні від 80 °С до 180 °С використовуються для визначення щільності та коефіцієнта ущільнення.

На основі цих даних будують графічну залежність коефіцієнту ущільнення асфальтобетону від його температури ущільнення $K_{ущ} = f(T)$. За допомогою побудованої графічної залежності за схемою, що наведено в роботі [3, 10], встановлюють значення температури закінчення ущільнення $T_{ущ}^{зак}$ та значення максимально допустимої температури ущільнення $T_{ущ}^{max}$ і робочого діапазону температур при ущільненні: $T_{ущ}^{max} - T_{ущ}^{зак}$

Мінімально допустиме значення коефіцієнта ущільнення асфальтобетону визначається за формулою:

$$[T]_{min}^{don} = T_{ущ}^{зак} + \Delta T, \quad (17)$$

де $[T]_{min}^{don}$ – мінімально допустима температура початку укладання;

$T_{ущ}^{зак}$ – мінімально допустима температура закінчення ущільнення, визначається за експериментальною залежністю $k_{ущ} = f(T)$ згідно методики, наведеної [10];

ΔT – температурний інтервал, що забезпечує можливість укладання і ущільнення асфальтобетону до його охолодження нижче $T_{ущ}^{зак}$

При цьому температура асфальтобетонної суміші не повинна перевищувати її максимально допустиме значення для кожного конкретного виду в'язучого згідно з [4, 15] та не повинна бути більше максимально допустимого свого значення при ущільненні, що визначається за методикою [3, 4, 15].

Для зменшення втрат тепла асфальтобетонною сумішшю під час транспортування слід застосовувати великовантажні автомобілі вантажопідйомністю 25-40 тон з кузовами, що підігріваються газами двигунів, повітряним або масляним прошарком кузова, а також обов'язковим укриттям гарячої суміші тентами. При цьому для збереження температури асфальтобетонної суміші на автосамоскидах необхідно влаштовувати повітряний прошарок між тентом та поверхнею суміші. Рух автомобільного транспорту при транспортуванні асфальтобетонної суміші необхідно

організувати таким чином, щоб забезпечити безперервну роботу бригади з укладання суміші. Укладання асфальтобетонної суміші рекомендується виконувати асфальтоукладальниками, що обладнані подвійним трамбуєчим брусом та вигладжуючою віброплитою або трамбуєчим брусом, вигладжуючою віброплитою та гідравлічними пресувальними планками. Контроль якості ущільнення асфальтобетонних сумішей і якості асфальтобетону у покритті здійснюється шляхом відбору трьох кернів або вирубок з покриття, що передбачений [13], та їх випробування [3, 4, 15].

У процесі випробування визначають: середню густину та водонасичення зразків-кернів або зразків, відокремлених від вирубки; середню густину, водонасичення, границю міцності при стиску за [3, 4, 15] температури 20 °С, коефіцієнт довготривалої водостійкості зразків, переформованих у лабораторії, показником колієстійкості за умовою (4).

Висновки

1. Запропоновані особливості з проектування зернових складів асфальтобетонів з урахуванням показника стійкості до колієутворення.

2. Запропоновано проектувати зерновий склад асфальтобетону підвищеної стійкості до колієутворення з оптимізацією за показником розрахункового строку служби.

3. Проведені дослідження дозволили розробити методику оцінки однорідності від часу транспортування асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля на об'єкт за показником стійкості асфальтобетону до утворення колії.

4. Розроблено вимоги для перевірки показника стікання у щебенево-мастиковій асфальтобетонній суміші за рахунок термінів її зберігання і транспортування, що дозволяє уникнути від сегрегації покриття.

5. Удосконалено критерій міцності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільної дороги за рахунок врахування різного часу дії навантаження на розтяг при згині, що дозволить більш точно проектувати покриття підвищеної довговічності.

6. Запропонована для практичного застосування методику мінімально допустимої температури ущільнення асфальтобетонної суміші при влаштуванні покриття на жорсткій основі автомобільних доріг, що дозволить забезпечити довговічність покриття.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Овчинников И.Г. Выбор оптимального решения конструкции дорожной одежды и технологии ее устройства на объектах мостового перехода у села Пристанное Саратовской области [Текст] / И. Г. Овчинников, В. Н. Макаров, О. Н. Распоров // Дороги России XXI века. – 2004. – № 2. – С. 66-72.

2. ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування.

3. Онищенко А.М. Теоретичні та практичні дослідження ресурсу асфальтобетонного покриття на залізобетонних транспортних спорудах: Монографія / Онищенко А.М., Кузьмінець М.П., Невінгловський В.Ф., Гаркуша М.В. – К.: НТУ, 2015.-334 с.

4. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-119-2011. – [2012-10-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 37 с.

5. Рекомендації щодо підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття Р В.2.3-218-21476215-795:2011/ Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2011. – 42 с. – (Нормативний документ Укравтодору).

6. ТУ У В.2.7-23.9-37566239-001:2012. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон литі «Гусасфальт». Технічні умови.

7. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-127:2015. – [Чинний від 2016-07-01]. – К.: Мінбуд України, 2015. – 28 с. – (Національний стандарт України).

8. Будівельні матеріали. Асфальтобетонні суміші та асфальтобетон на основі модифікованих полімерами бітумів : СОУ 45.2-00018112-057:2010 / Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2010. – 21 с. – (Нормативний документ Укравтодору).

9. Будівельні матеріали. Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-135:2014. – [Чинний від 2015-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 23 с. – (Національний стандарт України).

10. Влаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу при низьких температурах : ГБН В.2.3–218–547:2010 / Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2011. – 22 с. – (Нормативний документ Укравтодору).
11. Р. В.2.3–218-21476215- 222 :2011 рекомендації щодо застосування асфальтобетонних сумішей, армованих мікрОВОлокнами.
12. Рекомендації з підвищення зсувостійкості асфальтобетонного покриття на бетонних та залізобетонних основах : Р В.2.3–218–02070915–797:2011/ Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2012. – 14 с. – (Нормативний документ Укравтодору).
13. ДСТУ Б В.2.7-XXX-2016 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань».
14. Радовский Б.С. Сегрегация асфальтобетонных смесей и методы борьбы с ней в США // Дорожная техника. Каталог-справочник. – 2007. – С. 26-40.
15. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови : ДСТУ 4044–2001. – [Чинний від 2002–01–01]. – К.: Держстандрт України, 2001. – 15 с. – (Національний стандарт України).
16. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон литі. Технічні умови : СОУ 42.1–37641918–106:2013. / Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2013. – 14 с. – (Нормативний документ Укравтодору).
17. ДМД 02191.2.051-2012 Рекомендации по подбору состава асфальтобетонных смесей по асфальтовяжущему.
18. С.Е. Кравченко Особенности применения модифицирующих добавок при проектировании состава асфальтобетона / С.Е. Кравченко, Д.Г. Игошкин// Сборник статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. М.: МАДИ, 20132. – 150-160 с.
19. Неволін Д.Г. Технология обеспечения автодорог на основе битумно-полимерных материалов : монографія / Д.Г. Неволін, Вл.Е. Кошкарів, Вас.Е. Кошкарів. – Екатеринбург: УрГУПС, 2015.-135, с.
20. Асфальтобетон дорожній. Метод випробування на стійкість до накопичення залишкових деформацій : СОУ 45.2–00018112–020:2007 / Укравтодор. – Офіц. вид. – К.: Укравтодор, 2008. – 13 с. – (Нормативний документ Укравтодору).
21. Мозговий В.В. Підвищення однорідності щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші / Мозговий В.В., Баран С.А., Ольховий Б.Ю.//Автомобільні дороги і дорожнє будівництво/ Вип. 96. – 2016. –С. 33-42

REFERENCES

1. Ovchinnikov IG The choice of the optimal solution of the design of road clothing and technology of its device on the objects of the bridge crossing near the village of Pristannoe, Saratov region [Text] / IG Ovchinnikov, VN Makarov, ON Rasporov // Roads of Russia in the XXI century. – 2004. – № 2. – P. 66-72.
2. GBN В.2.3-37641918-557: 2016 Roads. Road clothes are hard. Designing.
3. Onishchenko AM Theoretical and practical researches of a resource of an asphalt concrete covering on reinforced concrete transport constructions: Monograph / Onishchenko AM, Kuzminets MP, Nevinglovsky VF, Garkusha MV – К. : НТУ, 2015.-334 с.
4. Mixtures of asphalt concrete and asphalt concrete road and airfield. Technical conditions: DSTU В В.2.7–119–2011. – [2012–10–01]. – Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2011. – 37 p.
5. Recommendations for increasing the track resistance of asphalt pavement Р В.2.3-218-21476215-795: 2011 / Ukravtodor. – Officer. view. – К. : Ukravtodor, 2011. – 42 p. – (Regulatory document of Ukravtodor).
6. TU U V.2.7-23.9-37566239-001: 2012. Mixes asphalt concrete and asphalt concrete cast "Gusasfalt". Specifications.
7. Building materials. Mixtures are asphalt concrete and asphalt concrete crushed stone-mastic. Technical conditions: DSTU В В.2.7–127: 2015. – [Valid from 2016-07-01]. – Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine, 2015. – 28 p. – (National standard of Ukraine).
8. Building materials. Asphalt concrete mixtures and asphalt concrete based on polymer-modified bitumens: SOU 45.2–00018112–057: 2010 / Ukravtodor. – Officer. view. – К. : Ukravtodor, 2010. – 21 p. – (Regulatory document of Ukravtodor).
9. Building materials. Road bitumens modified by polymers. Technical conditions: DSTU В В.2.7–135: 2014. – [Valid from 2015-04-01]. – Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2014. – 23 p. – (National standard of Ukraine).

10. Installation of asphalt concrete layers of pavement at low temperatures: GBN B.2.3–218–547: 2010 / Ukravtodor. – Officer. view. – К. : Ukravtodor, 2011. – 22 p. – (Regulatory document of Ukravtodor).
11. R. V.2.3–218-21476215- 222: 2011 recommendations for the use of asphalt concrete mixtures reinforced with microfibers.
12. Recommendations for increasing the shear resistance of asphalt concrete pavement on concrete and reinforced concrete bases: P B.2.3–218–02070915–797: 2011 / Ukravtodor. – Officer. view. – К. : Ukravtodor, 2012. – 14 p. – (Regulatory document of Ukravtodor).
13. DSTU B B.2.7-XXX-2016 "Mixtures of asphalt concrete and asphalt concrete road and airfield. Test methods".
14. Radovsky BS Segregation of asphalt mixtures and methods of combating it in the United States // Road Engineering. Directory. – 2007. – P. 26-40.
15. Bitumens petroleum road viscous. Technical conditions: DSTU 4044–2001. – [Valid from 2002-01-01]. – Kyiv: State Standard of Ukraine, 2001. – 15 p. – (National standard of Ukraine).
16. Building materials. Mixes asphalt concrete and asphalt concrete cast. Technical conditions: SOU 42.1–37641918–106: 2013. / Ukravtodor. – Officer. view. – К. : Ukravtodor, 2013. – 14 p. – (Regulatory document of Ukravtodor).
17. DMD 02191.2.051-2012 Recommendations for the selection of the composition of asphalt mixtures for asphalt binder.
18. S.E. Kravchenko Features of application of modifying additives at designing of structure of asphalt concrete / S.E. Kravchenko, DG Igoshkin // Collection of articles and reports of the annual scientific session of the Association of Asphalt Concrete Researchers. М. : MADI, 20132. – 150-160 p.
19. Nevolin DG Technology of providing roads on the basis of bituminous and polymeric materials: monograph / D.G. Nevolin, V.I.E. Кошкарів, Вас.Е. . Кошкарів. – Ekaterinburg: UrGUPS, 2015.-135, p.
20. Asphalt concrete road. Test method for resistance to accumulation of residual deformations: SOU 45.2–00018112–020: 2007 / Ukravtodor. – Officer. view. – К. : Ukravtodor, 2008. – 13 p. – (Regulatory document of Ukravtodor).
21. Brain VV Increasing the homogeneity of crushed stone-mastic asphalt mixture / Mozgovyi VV, Baran SA, Olkhovy B.Yu.// Roads and road construction / Vol. 96. – 2016. –S. 33-42

РЕФЕРАТ

Онищенко А.М. Забезпечення довговічності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг / А.М. Онищенко, О.В. Федоренко, Л.Л. Янчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2021. – Вип. 1 (48).

Стаття присвячена розробці практичних методик із забезпечення довговічності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг

Мета роботи. Запропоновані практичні методики забезпечення довговічності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільних доріг.

Об'єкт дослідження – асфальтобетонне покриття на жорсткій основі автомобільних доріг .

Метод дослідження: аналітично-експериментальні з використанням положень теорії пружності і термов'язкопружності та експериментальних методів дослідження утворення колії в асфальтобетонному покритті на жорсткій основі; математичної статистики; статистичний аналіз наукових видань, технічної та нормативної літератури.

В статті наведені особливості з проектування зернових складів асфальтобетонних сумішей, а саме при: Запропоновані особливості з проектування зернових складів асфальтобетонів з урахуванням показника стійкості до колієутворення; Запропоновано вимоги проектувати зерновий склад асфальтобетону підвищеної стійкості до колієутворення з оптимізацією за показником розрахункового строку служби. Проведені дослідження дозволили розробити методику оцінки однорідності від часу транспортування асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля на об'єкт за показником стійкості асфальтобетону до утворення колії. Розроблено вимоги для перевірки показника стікання у щebeneво-мастиковій асфальтобетонній суміші за рахунок термінів її зберігання і транспортування, що дозволяє уникнути від сегрегації покриття. Удосконалено критерій міцності асфальтобетонного покриття на жорсткій основі автомобільної дороги за рахунок врахування різного часу дії навантаження на розтяг при згині, що дозволить більш точно проектувати покриття підвищеної довговічності. Запропонована для практичного застосування методика мінімально

допустимої температури ущільнення асфальтобетонної суміші при влаштуванні покриття на жорсткій основі автомобільних доріг, що дозволить забезпечити довговічність покриття.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АСФАЛЬТОБЕТОН, КОЛІЄСТІЙКІСТЬ, ПРОЕКТУВАННЯ ЗЕРНОВОГО СКЛАДУ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРАНСПОРТУВАННЯ, УЩІЛЬНЕННЯ.

ABSTRACT

Onyschenko A.M., Fedorenko O.V., Ianchuk L. Ensuring the durability of asphalt pavement on a rigid basis of roads. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48).

The article is devoted to the development of practical methods to ensure the durability of asphalt pavement on a rigid basis of roads.

The goal of the work. Practical methods of ensuring the durability of asphalt pavement on a rigid basis of roads are proposed.

The object of research is asphalt-concrete pavement on a hard base of highways.

Research method: analytical-experimental using the provisions of the theory of elasticity and thermo-viscoelasticity and experimental methods of research of track formation in asphalt concrete pavement on a rigid basis; mathematical statistics; statistical analysis of scientific publications, technical and normative literature.

The article presents the features of the design of grain warehouses of asphalt mixtures, namely: The proposed features of the design of grain warehouses of asphalt concrete, taking into account the rate of resistance to track formation; Requirements for designing the grain composition of asphalt concrete of high resistance to track formation with optimization in terms of estimated service life are proposed. The conducted researches allowed to develop a method of estimating the homogeneity from the time of transportation of the asphalt concrete mixture in the car body to the object according to the resistance of asphalt concrete to the formation of the track. Requirements for checking the flow rate in the crushed-mastic asphalt-concrete mixture due to the terms of its storage and transportation have been developed, which avoids segregation of the coating. The criterion of strength of asphalt concrete pavement on a rigid basis of the highway is improved due to the consideration of different time of action of tensile load at bending that will allow to design more precisely a covering of the increased durability. The technique of the minimum admissible temperature of consolidation of asphalt concrete mix at the device of a covering on a rigid basis of highways that will allow to provide durability of a covering is offered for practical application.

KEY WORDS: ASPHALT CONCRETE, TRACK RESISTANCE, GRAIN COMPOSITION DESIGN, TEMPERATURE, TRANSPORTATION, SEALING.

РЕФЕРАТ

Онищенко А.М. Обеспечение долговечности асфальтобетонного покрытия на жесткой основе автомобильных дорог / А.М. Онищенко, А.В. Федоренко, Л.Л. Янчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 1 (48).

Статья посвящена разработке практических методик по обеспечению долговечности асфальтобетонного покрытия на жесткой основе автомобильных дорог

Цель работы. Предложены практические методики обеспечения долговечности асфальтобетонного покрытия на жесткой основе автомобильных дорог.

Объект исследования – асфальтобетонное покрытие на жесткой основе автомобильных дорог.

Метод исследования: аналитико-экспериментальные с использованием положений теории упругости и термовязкоупругости и экспериментальных методов исследования образования колеи в асфальтобетонном покрытии на жесткой основе; математической статистики; статистический анализ научных изданий, технической и нормативной литературы.

В статье приведены особенности по проектированию зерновых складов асфальтобетонных смесей, а именно при: Предложенные особенности по проектированию зерновых складов асфальтобетонов с учетом показателя устойчивости к колеи; Предложено требования проектировать зерновой состав асфальтобетона повышенной устойчивости к колеи с оптимизацией по показателю расчетного срока службы. Проведенные исследования позволили разработать методику оценки однородности от времени транспортировки асфальтобетонной смеси в кузове автомобиля на объект по показателю устойчивости асфальтобетона к образованию колеи. Разработаны требования для проверки показателя стока в щебеночно-мастичный асфальтобетонной смеси за счет сроков ее хранения и транспортировки, что позволяет избежать от сегрегации покрытия. Усовершенствована

критерий прочности асфальтобетонного покрытия на жесткой основе автомобильной дороги за счет учета разного времени действия нагрузки на растяжение при изгибе, что позволит более точно проектировать покрытия повышенной долговечности. Предложенная для практического применения методика минимально допустимой температуры уплотнения асфальтобетонной смеси при устройстве покрытия на жесткой основе автомобильных дорог, что позволит обеспечить долговечность покрытия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АСФАЛЬТОБЕТОН, КОЛИЕСТИЙКИСТЬ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНОВИХ СОСТАВОВ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, УПЛОТНЕНИЕ.

АВТОРИ:

Онищенко Артур Миколайович, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, завідувач кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, e-mail: art.onish.1002@gmail.com, тел. +380687771899, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича Павленка, 1, к. 229, orcid.org/0000-0002-1040-4530.

Федоренко Олег Володимирович. Національний транспортний університет, аспірант кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Київ, Україна, e-mail: 50281@ukr.net, тел. +38730047609, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича Павленка, 1, к. 229, orcid.org/0000-0003-4288-5508.

Янчук Леонід Леонідович, кандидат технічних наук, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Київ, Україна, Національний транспортний університет, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, e-mail: Leonid.ianchuk@gmail.com, тел. +380503587337, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича Павленка, 1, к. 229, orcid.org/0000-0003-1269-1251.

AUTHOR:

Onyshchenko Artur Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National Transport University, Professor, Head of Department of Bridges, Tunnels and waterworks, e-mail: artur_onish@bigmir.net, tel. +380687771899, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omylanovicha-Pavlenko Str., 1, K. 229, orcid.org/0000-0002-1040-4530.

Fedorenko Oleg Vladimirovich. National Transport University, graduate student of the Department of Bridges, Tunnels and Hydraulic Structures, Kyiv, Ukraine, e-mail: 50281@ukr.net, tel. +38730047609, Ukraine, 01010, Kyiv, street M. Omelyanovich Pavlenko, 1, room 229, orcid.org/0000-0003-4288-5508.

Ianchuk Leonid Leonidovich Ph.D, National Transport University, the Department of Bridges, Tunnels and Hydraulic Structures, Kyiv, Ukraine, e-mail: Leonid.ianchuk@gmail.com, tel. +380503587337, Ukraine, 01010, Kyiv, street M. Omelyanovich Pavlenko, 1, room 229, orcid.org/0000-0003-1269-1251.

АВТОРЫ:

Онищенко Артур Николаевич, доктор технических наук, доцент Национального транспортного университета, заведующий кафедрой мостов, тоннелей и гидротехнических сооружений, artur_onish@bigmir.net, тел. +380687771899, Украина, 01010, Киев, ул. М. Омелянович-Павленко, 1, к. 229, orcid.org/0000-0002-1040-4530.

Федоренко Олег Владимирович. Национальный транспортный университет, аспирант кафедры мостов, тоннелей и гидротехнических сооружений, Киев, Украина, e-mail: 50281@ukr.net, тел. +38730047609, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича Павленка, 1, к. 229, orcid.org/0000-0003-4288-5508.

Янчук Леонид Леонидович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет доцент кафедры мостов, тоннелей и гидротехнических сооружений, Киев, Украина, e-mail: Leonid.ianchuk@gmail.com, тел. +380503587337, Украина, 01010, м. Киев, ул. М. Омеляновича Павленка, 1, к. 229, orcid.org/0000-0003-1269-1251.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Славінська О.С., доктор технічних наук, професор, декан факультету транспортного будівництва Національного транспортного університету, Київ, Україна

Каськів В.І., кандидат технічних наук, доцент, заступник директора з наукової роботи ДП «ДерждорНДІ», Київ, Україна

REVIEWER:

Slavinska O. S, Doctor of Technical Science, Professor, dean of the Faculty of Transport Construction of national Transport University, Kyiv, Ukraine

Kaskiv V. I., Ph.D., Associate professor, deputy Director on Scientific work of State enterprise «DerzhdorNii», Kyiv, Ukraine