

УДК 625.8

А.О. Белятинський¹, К.В. Краюшкіна²¹Національний авіаційний Університет²ДерждорНДІ сектор дорожньо-будівельних матеріалів

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА РЕМОНТАХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ

В статті говориться про дослідження з метою підвищення зчепних якостей дорожнього одягу, за рахунок підбору складу асфальтобетонних сумішей: ЩМА, дисперсно-армованого полімерною фіброю асфальтобетону та асфальтобетонів із використанням шлаків.

Ключеві слова: дисперсно-армований асфальтобетон, базальтова фібра, поліамідна фібра, сталеплавильні, доменні, феросплавні шлаки, коефіцієнт зчеплення.

Державна політика в області будівництва, ремонту та утримання доріг України направлена на забезпечення безперервного безпечного руху автомобільного транспорту, збереження та розвиток існуючої мережі автомобільних доріг і будівництво нових автомобільних доріг Європейського класу.

Незважаючи на складний фінансовий стан в дорожній галузі, науковці виконують завдання, направлені на розробку нових технологій і матеріалів та конструкцій, які б мали змогу замінити імпорتنі аналоги, були енерго- та ресурсозберігаючими. За останні роки розроблено ряд сучасних матеріалів, які можуть бути використані для будівництва нових і ремонту існуючих автомобільних доріг.

Найбільш важливими напрямками є ті, що направлені на покращення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх покриттів. Головна увага приділяється, звичайно, покращенню якості і довговічності асфальтобетону.

Роботи виконуються по таких напрямках:

- покращення якості і довговічності асфальтобетону;
- збільшення шорсткості існуючих асфальтобетонних покриттів;
- розробка нових видів асфальтобетонів.

Крім того, значну увагу приділяють застосуванню геосинтетичних матеріалів, стабілізаторам ґрунтів, відходам виробництва та місцевим матеріалам.

Щодо першого напрямку, значна увага приділяється дослідженням таких видів асфальтобетонів:

- щебенево-мастиковий асфальтобетон;
- холодний асфальтобетон;
- дисперсно-армований асфальтобетон;
- асфальтобетон із застосуванням шлаків

Щебенево-мастиковий асфальтобетон

З існуючих типів асфальтобетону на дорогах України найширше використовується щебенево-мастиковий асфальтобетон, який укладається на верхній шар на дорогах I - II технічних категорій.

Дорожні покриття, влаштовані з ЩМА, характеризуються стійкими в часі показниками рівності, шорсткості і зчеплення з колесом автомобіля. Окремо необхідно відмітити їх високу зсувостійкість, яка витримує високі літні температури. На фото 1 показана ділянка автомобільної дороги Київ-Чоп, де при високому транспортному навантаженні була відсутня колія, хвилі, зрушення і так далі. Був виявлений лише одна ділянка з відбитими тріщинами і те ЩМА уклали на цементобетонний шар.

За час облаштування ЩМА близько 10 років в Україні відпрацьовані склади і режими приготування суміші, технологія укладання. Підтвердженням цього є відсутність на покриттях основного дефекту ЩМА - бітумних плям. А для подальшого прискорення застосування ЩМА слід звернути увагу на використання гранул стабілізуючих волокон вітчизняного виробництва.

Холодний асфальтобетон

Холодний асфальтобетон застосовується в основному для поточного, ямкового ремонту, при температурах від 0°C до - 5°C, чим продовжує ремонтний сезон, скорочується енергоємність



Фото 1. Автомобільна дорога Київ-Чоп

виконаних робіт. Для попередження злежування суміш готують на емульсіях катіонного типу і упаковують в поліетиленові мішки, чим подовжують термін зберігання.

Дисперсно - армований асфальтобетон

Це асфальтобетон, до складу якого входить фібра з полімерних (полівініл, поліаміди, полиацетат), базальтових або скляних волокон.

Добавка волокон (фібри) надає асфальтобетону підвищену зсувостійкість, покращує деформативність при знижених температурах.

Функції фібри як регулятора в'язкості та армуючого наповнювача залежать від діаметру, довжини волокна і кількості, що вводиться в суміш. Як показали дослідження, проведені в ДерждорНДІ, оптимальними являються базальтові волокна – фібри діаметром 4-6 мкм і довжиною 2-3 мм. Базальтова фібра являється не тільки вітчизняним матеріалом для України, а й відходом виробництва, оскільки утворюється при виробництві безперервного базальтового волокна. На фото 2,3 показані базальтові та поліамідні волокна.

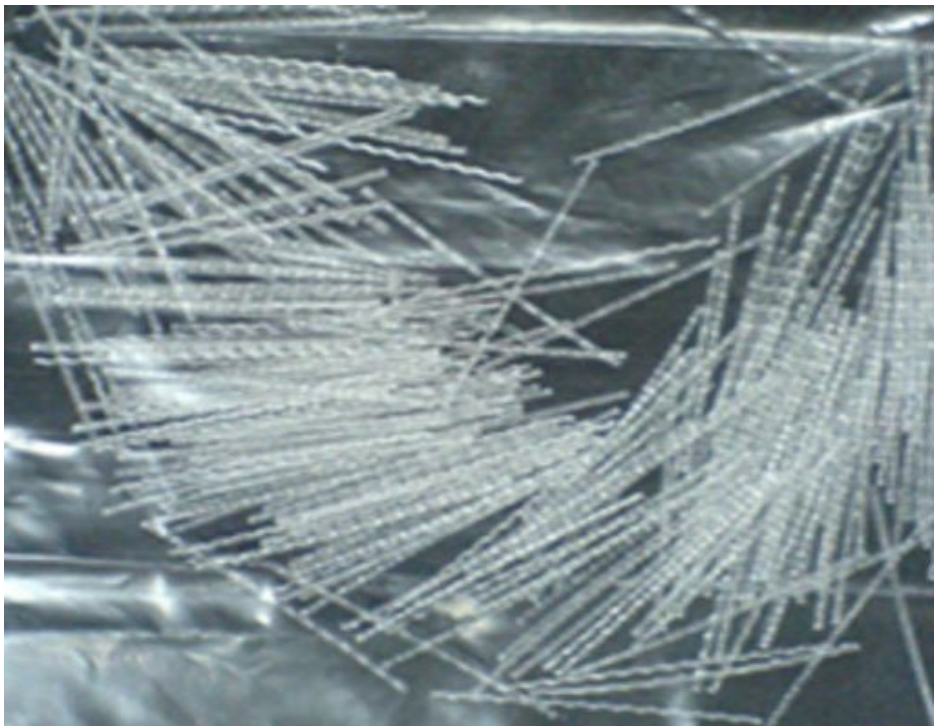


Фото 2. Поліамідні волокна



Фото 3. Базальтові волокна

Асфальтобетон з введенням фібри показав кращі результати міцності в порівнянні з традиційним при 50 °С і 0 °С, що підтверджує його високу зсувостійкість і тріщиностійкість. Кількість базальтових волокон складає 40 – 45 % від маси мінерального порошку в суміші.

Асфальтобетон із застосуванням шлаків

В Україні величезні запаси шлаків, які повністю не використовуються, а за своїми характеристиками - цей матеріал є цінною сировиною для приготування асфальтобетонних сумішей із заміною традиційного щебеню шлаком.

Використовують наступні види шлаків:

- сталеплавильні;
- доменні;
- феросплавні;
- електросталеплавильні та інші.

В таблиці 1 наведені результати лабораторних випробувань електросталеплавильного шлаку, який використовувався як частковий заміник гранітного щебеню під час проведення будівельних робіт.

Таблиця 1

Результати лабораторних випробувань електросталеплавильного шлаку

Найменування показників	Щебінь шлаковий електросталеплавильний	Щебінь гранітний
Насипна щільність, г/см ³	1800	1850
Пористість, %	5,4	7,5
Водопоглинання, %	2,1	3,4
Марка за морозостійкістю	Висока, F 150	Висока, F 150
Марка за дробимістю	M 1200	M 1200
Марка за стиранням	Висока, СТ-1	Висока, СТ-1
Міцність при стиску в циліндрі, МПа	7,4	5,4
Вміст зерен пластинчастої (лешадної) та гольчастої форми	Кубовидна група, 12	Кубовидна група, 15

Проведений моніторинг ділянок асфальтобетону з використанням шлакового мінерального матеріалу підтверджує його позитивні властивості.

Іншим напрямком покращення транспортно-експлуатаційних показників є збільшення шорсткості асфальтобетонних покриттів за рахунок улаштування на існуючому покритті тонкого цементного шару з підвищеною шорсткістю.

Ця технологія розробляється згідно із завданням міжнародної програми «Економічна оцінка довговічних дорожніх покриттів», яку очолює центр «Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)», Joint Transport Research Centre у Франції. З 2005 року автори приймають участь у складі робочої групи від України в цій програмі.

Міжнародна назва такого покриття НПСМ (High Performance Cementitious Materials) – високоміцне тонкошарове цементне покриття, товщиною до 1 см армоване металевими, полімерними або базальтовими фібрами, довжиною не більше 5 мм. Підвищення зчіпних властивостей обумовлюється нанесенням на бетонну поверхню кам'яного матеріалу фракцією 3-5 мм.

НПСМ покриття покращують фрикційні властивості існуючих асфальтобетонних покриттів, забезпечують їх довговічність і працездатність.

У зв'язку з тим, що роботи по розробці складу НПСМ виконуються згідно міжнародної програми, але з урахуванням місцевих особливостей і широкого використання вітчизняних матеріалів, головна увага була приділена вибору волокон - фібри, що виконує дисперсне армування цементного матеріалу.

Види волокон, які є в Україні і були випробувані при проведенні досліджень, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Види волокон, які є в Україні і були випробувані при проведенні досліджень

Матеріал волокон (фібр)	Фізико-механічні властивості волокон (фібр)				
	Щільність, кг/м ³ ×10 ³	Модуль пружності, МПа	Міцність на розрив, МПа	Деформація при розриві, %	Довжина, мм
Сталь	7,0	200	1-3	3-4	4-5
Скловолокно (лугостійке)	2,6	80	2,4	2-3,5	4-5
Базальтові грубі, товщиною 0,017 мм	4,4	900	4,5	2,1	4-5
тонкі (голки), товщиною 0,009 мм	3,6	600	3,8	1,9	4-5
Азбест (хризотол)	2,6	164	3,1	2-3	4-5
Поліпропілен	0,9	5,0	2,6	1	4-5
Поліамід	1,5	133,0	2,9	2,6	4-5

За даними таблиці 2 видно, що найбільші міцність на розрив та модуль пружності мають базальтові волокна.

Результати досліджень підбраного складу цементної суміші з базальтовою фіброю наведені в таблиці №3.

Ще одним матеріалом, який застосовується для підвищення шорсткості є «Дізол», який являє собою однокомпонентну мікробітумополімерну композицію, чорного кольору, на основі полімеру поліетилену.

Активна газова складова у складі "Дізолу" при нанесенні на поверхню існуючого асфальто-або цементобетонного покриття проникає в пори на глибину приблизно 4 см, вступає в хімічну взаємодію з бітумом, утворюючи полімерно-бітумну плівку, яка характеризується пластично-пружними властивостями. В якості наповнювача у складі композиції "Дізол" використовується базальтова крихта.

Таблиця 3

Результати досліджень підбраного складу цементної суміші з базальтовою фіброю

Найменування показників	Склад цементної суміші з фібрами різного походження			
	Вихідна суміш	З металевими фібрами	З PVA фібрами	З базальтовими фібрами
Міцність на стиск, МПа через діб твердіння				
1	8,0	8,5	9,0	9,8
3	11,2	11,8	11,9	12,5
7	28,8	29,1	30,2	31,3
14	31,6	32,6	31,8	33,2
28	37,0	38,0	39,0	39,9
60	41,3	42,5	42,6	43,0
Міцність на розтяг при розколі, МПа при руйнівному навантаженні 2700 кгс	2,86	2,9	3,1	3,34
Водопоглинання, %	5,3	3,8	3,6	2,8
Водонепроникність, МПа	5,5	6,0	7,0	8,0
Коефіцієнт морозостійкості, після циклів				
100	0,81	0,97	0,98	0,98
200	0,74	0,94	0,96	0,95
300	0,68	0,86	0,91	0,92

Фізико-механічні властивості матеріалу "Дізол" приведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Фізико-механічні характеристики зразків матеріалу

Найменування показників	Результати досліджень	
	№1 (без наповнювача)	№2 (с базальтовою крихтою)
Адгезія (прилипання)	4,0	4,0
Температура розм'якшення, °С	54,0	56,0
Температура крихкості, °С	-6,0	-7,0
Водонепроникність, %	0,0	0,0
Стійкість до дії агресивного середовища, % після кип'ятіння протягом 3-х годин 2NaOH (луги) 0,5H ₂ SO ₄ (кислота)	99,8 85,8	99,7 85,0
Випробування в камері штучного клімату протягом 600 годин (5 років роботи матеріалу в натурних умовах експлуатації)	Витримує без зовнішніх змін, на поверхні немає тріщин, викришувань	

Для вивчення впливу "Дізола" на зміну властивостей асфальтобетонної суміші були заформовані зразки асфальтобетону (тип Б II марка) і проведені випробування. Результати приведені в таблиці 5.

Вивчення зчипних якостей покриттів проводилося на дослідних ділянках з нанесенням "Дізолу" і без нанесення. Результати випробувань приведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Вивчення зчепних якостей при нанесенні "Дізола"

Найменування матеріалу	Дорога Київ-Чоп Щебенево-мастиковий асфальтобетон		Дорога Київ-Чоп Дрібнозернистий асфальтобетон	
	Мокра поверхня	Суха поверхня	Мокра поверхня	Суха поверхня
№ вимірювання	1	2	3	4
Покриття без нанесення	0,36	0,33	0,38	0,36
«Дізол» без базальтової крихти	0,36	0,39	0,40	0,40
«Дізол» базальтовою крихтою з	0,40	0,41	0,47	0,48

Примітка:

1 і 3 - виміри проводилися по колії руху транспорту;

2 і 4 - виміри проводилися між коліями руху транспорту;

Аналізуючи ці таблиці 3 очевидно, що покриття з матеріалом "Дізол" шорсткіше, тобто забезпечуватиме збільшення коефіцієнта зчеплення з колесом автомобіля.

Таким чином, проведені дослідження показали наступне:

1. Шлаковий щебінь у порівнянні з гранітним забезпечує кращі експлуатаційні показники шарам дорожніх конструкцій, при чому збільшуючись з строком служби, особливо в перші п'ять років;
2. Наявність пор в шлаковому щебені сприяє вибірковій дифузії компонентам бітуму в глибині зерен, що забезпечує високе зчеплення шлаку і бітуму;
3. Склад НРСМ з введенням базальтових волокон показав найвищі результати при проведенні стандартних випробувань;
4. Для України використання базальтових волокон є більш перспективних направленням ніж металевих волокон, тому що наша країна має великі родовища базальту;
5. Проведені лабораторні і натурні дослідження показали, що обробка асфальтобетонного покриття матеріалом "Дізол" збільшує його водо- і морозостійкість, тріщиностійкість, а також сприяє уповільненню процесів старіння бітуму у складі асфальтобетону;
6. Матеріал "Дізол" можна використати для герметизації невеликих тріщин, сітки тріщин, профілактичний захід і для уповільнення процесу лущення.