

ВПЛИВ АДГЕЗІЙНОЇ ДОБАВКИ WETFIX BE НА ВЛАСТИВОСТІ БІТУМУ ТА АСФАЛЬТОБЕТОНУ *

В. О. ЗОЛОТАРЬОВ, проф., О. М. АГЄЄВА, ст. наук. співроб., Я. І. ПИРІГ, наук. співроб., С. В. ЄФРЕМОВ, наук. співроб. (ХНАДУ)

Прагнення вітчизняних шляховиків підвищити довговічність асфальтобетонних покриттів шляхом попередження руйнувань (лушення, викришування, вибоїноутворення) поставило їх перед необхідністю систематичного використання поверхнево-активних речовин (ПАР). Це у свою чергу стимулювало надходження в дорожню галузь як вітчизняних (УДОМ — ДерждорНД, аналог БП-3 — Бердянський "АЗМОЛ"), так і закордонних (SECABASE — Франція; TERAMIN'и — Польща; ADIVITE L100F і F4NB — Німеччина) ПАР.

Навесні 2001 р. на українському ринку з'явилася ще одна фірма — AKZO NOBEL (Швеція), що запропонувала широке коло адгезійних добавок і емульгаторів. Для об'єктивної оцінки ефективності запропонованих фірмою ПАР були виконані дослідження, що включають традиційні методи оцінки і нові критерії, розроблені ХНАДУ разом із Запорізьким облавтодором [1]. Попередні експериментальні роботи з декількох ПАР показали, що поглибленій перевірці підлягає катіоактивна добавка WETFIX BE. Ця добавка, за твердженням розробника, призначена для асфальтобетонів із гарячих сумішей, вона досить стійка до високих технологічних температур та високоактивна. Для об'єктивної оцінки цих особливостей WETFIX BE були визначені стандартні властивості бітумів, що включають ПАР, вивчене зчеплення такого бітуму з мінеральною підкладкою за ДСТУ Б.В.2.7-81.-98 "Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Метод визначення показника зчеплення з поверхнею скла та кам'яних матеріалів", оцінена стійкість адгезійної здатності бітуму з ПАР після його прогріву, розглянутий вплив ПАР на водні властивості асфальтобетону.

За об'єкт дослідження прийнято бітум Кременчуцького НПЗ. Цей бітум характеризувався наступними показниками властивостей: глибина проникнення голки при 25 °С — 56*0,1 мм, при 0 °С — 29*0,1 мм; температура розм'якшення — 50 °С; температура крихкості — мінус 13 °С; розтяжність при 25 °С — 68 см; зміна температури розм'якшення після прогріву протягом 5 год. при 163 °С — 5 °С; індекс penetрації — мінус 1,0; температура спалаху 232 °С. Цей бітум близький до марки БНД 60/90, хоч не відповідає вимогам ГОСТ 22245-90 за температурою розм'якшення (мінус 13 °С, проти необхідних мінус 15 °С). Перевірка впливу ПАР на водостійкість асфальтобетону виконана з використанням суміші з гранулометриєю типу Б (за ГОСТ 9128-97) як

найбільш уживаної і доцільної для асфальтобетонних покриттів доріг І і ІІ категорій.

Відповідно до виробленої на кафедрі ТДБМ ХНАДУ методології, перевірка ефективності ПАР включає наступні етапи: оцінка впливу ПАР на стандартні показники якості бітуму; визначення зчеплення бітуму з ПАР і без неї з мінеральною поверхнею та термостабільності зчеплення; визначення впливу ПАР на водостійкість асфальтобетону; оцінка ефективності ПАР за критеріями адгезійної активності і термостабільності.

У літературі [2, 3, 4, 5] існують суперечливі відомості щодо впливу ПАР на стандартні властивості бітумів. У [2] неоднозначно оцінюється вплив октадециламіна на в'язкість, модуль пружності і когезію бітуму. У [3] стверджується, що використання катіоноактивної добавки БП-3 зменшує в'язкість, знижує температуру крихкості і збільшує розтяжність бітуму. Із праць останнього часу [4, 5] випливає, що малі концентрації ПАР несуттєво впливають на стандартні фізико-механічні властивості бітумів.

Наведені в табл.1 результати підтверджують дані, представлені в [4, 5]. При введенні WETFIX BE у кількості до 0,6 % від маси бітуму зміни показників якості бітуму не виходять за межі, що допускаються стандартами на методи випробувань. Когезійна міцність бітуму без добавки і з 0,2, 0,4 і 0,6 % ПАР, визначена за методом, викладеним в [6], практично постійна (розходження не перевищують 3 %).

Таблиця 1. Вплив вмісту ПАР на показники якості бітуму

Показники властивостей	Значення показників при вмісті ПАР в бітумі (%)			
	0	0,2	0,4	0,6
Глибина проникнення голки (0,1 мм):				
при 25 °С	56/55	-	-	62/60
при 0 °С	29/25	-	-	28/30
Температура розм'якшення, °С	50 51	49,9 50,8	50,3 51,5	50,6 50,1
Температура крихкості, °С	-13/-13	-	-	-12/-11
Розтяжність при 25 °С, см	68/83	-	-	69/80
Когезія при 22 °С, Мпа	0,67 0,069	0,069 0,072	0,067 0,072	0,069 0,069

Примітка: У чисельнику значення показників до старіння, у знаменнику — після старіння за ГОСТ 18180.



Випробування на старіння не привели до істотної зміни показника стандартних властивостей, за винятком розтяжності, що для бітуму змінилася на 20 %, а для бітуму з 0,6 % ПАР — на 14 %. Коєзійна міцність бітумів з ПАР і без неї після старіння відрізняється не більше ніж на 5 %.

На фоні практичної нечутливості стандартних характеристик бітумів до добавок, що в нього вводяться, зміна адгезійних властивостей бітуму є не тільки чітко вираженою, але і принциповою (табл. 2). Під дією WETFIX BE показник зчеплення зростає: при вмісті ПАР 0,2 % у 1,8 раза; при 0,4 % — 2,2 раза; при 0,6 % — 2,8 раза.

Ефективність присадки відносно підвищення адгезійних властивостей бітуму оцінювалася за допомогою коефіцієнта адгезійної активності:

$$K_{AA} = \frac{C^{SP} - C^B}{P^H},$$

де:

C^{SP} — показник зчеплення бітуму, що вміщує ПАР, з поверхнею скляної пластини, %;

C^B — те ж вихідного бітуму;

P^H — вміст ПАР в бітумі, %.

Значення цього показника звичайно проходить через максимум, тому що малі частки ПАР приводять до різкого збільшення зчеплення. Потім, при підвищенні вмісту ПАР, зчеплення бітуму плавно прагне до потенційно можливого його значення — 100 %. Природно, за критерій оцінки ефективності ПАР варто приймати такий її вміст, що забезпечує максимальне значення зчеплення. У даному випадку воно дорівнює 95%.

Як показано в [7], температурна стабільність ПАР є важливим показником її якості. Це пов'язано з особливостями виготовлення асфальтобетонних сумішей і можливих перевищень на виробництві нормованих температурних режимів. Крім того, використання ПАР в складі бітумів, модифікованих полімерами, супроводжується необхідністю їхнього нагрівання до 170—190 °С. Ймовірно, з цих причин західні фірми диференціюють ПАР за їхньою здатністю зберігати властивості за високих температур.

Перевірка температурної стабільності адгезійних властивостей добавки здійснювалася після прогріву в'язучого в пенетраційних бюксочках за температури 180 °С протягом 5 годин. Зміна зчеплення після прогріву оцінювалася за індексом термічної стабільності:

$$I_{TC} = \frac{C_0 - C_n}{C_0} \cdot 100,$$

де:

C_0 і C_n — відповідно зчеплення бітуму з ПАР або без неї до і після прогріву.

Відповідно до значень цього індексу (табл. 2) прогрів призводить до зниження зчеплення вихідного бітуму на 23 %. Індекси термостабільності бітуму з вмістом ПАР 0,2; 0,4 і 0,6 % відповідають 28, 12, 8 %. При цьому абсолютне значення зчеплення після прогріву за всіх концентрацій ПАР залишається набагато більшим, ніж для вихідного бітуму: за концентрацій WETFIX BE 0,2; 0,4; 0,6 % відповідно в 1,7; 2,5; 3,3 раза.

Таблиця 2. Вплив вмісту ПАР на показники зчеплення бітуму і критерії адгезійної ефективності ПАР

Показники властивостей	Значення показників властивостей при вмісті ПАР в бітумі (%)			
	0	0,2	0,4	0,6
Зчеплення до старіння, %	34	61	75	95
Зчеплення після старіння, %	26	44	66	87
Коефіцієнт адгезійної активності	—	135	102	102
Індекс термічної стабільності, %	23	28	12	8
Інтегральний показник адгезійної активності	—	97	89	94

Об'єктивною оцінка ПАР може бути тільки на основі врахування її впливу на властивості асфальтобетону. Найбільш прийнятним показником такого впливу є коефіцієнт тривалої водостійкості. Відповідно до приведених в табл. 3 даних використання WETFIX BE приводить до деякого підвищення середньої щільності асфальтобетону і зменшення його водонасичення на 14-ту добу. Ймовірно, більшою щільністю асфальтобетону, що вміщує ПАР, пояснюються децю більші значення його міцності на стиск за всіх температур у порівнянні з асфальтобетоном на чистому бітумі.

Показники водостійкості, у даному випадку коефіцієнти водостійкості на 14 і 28 добу витримування зразків у воді, ростуть з підвищенням вмісту ПАР в асфальтобетоні. Така тенденція є типовою для сучасних ПАР. Відмінною рисою WETFIX BE є те, що максимальний рівень водостійкості забезпечується при вмісті добавки 0,4—0,6 %, тоді як для кращих, раніше досліджених ПАР максимальний рівень водостійкості досягається при 0,7—1,0 %. Як і у розглянутих раніше випадках [4], приріст коефіцієнта водостійкості на кожні 10 % приросту зчеплення бітуму близький до 0,18.

Для перевірки термостабільності ПАР в складі асфальтобетонної суміші останню прогрівали при 180 °С впродовж 5 годин. Згідно з даними табл. 3, такий режим прогріву призводить до зниження середньої щільності асфальтобетону, підвищення його водонасичення через погіршення здатності суміші до ущільнення (легкоукладальності), підвищення показників міцності через старіння бітуму

і зниження коефіцієнтів водостійкості через погіршення адгезійної здатності бітумів у результаті прогріву. Показники водостійкості асфальтобетонів, що вміщують ПАР, після прогріву істотно вищі, ніж у асфальтобетонів на чистому бітумі.

Таблиця 3. Фізико-механічні властивості асфальтобетону на бітумі з різним вмістом ПАР до і після нагрівання

В'язуче	Середня щільність, кг/м ³	Водонасичення (%) через		Міцність на стиск (МПа) за температурою, °С			Коефіцієнт водостійкості через	
		2 год	14 діб	До прогріву			14 діб	28 діб
				0	20	50		
Чистий бітум – 4,5 %	2360	4,8	6,7	9,50	5,10	1,90	0,70	0,67
Бітум з 0,2 % WETFIX BE	2380	4,5	5,8	9,75	5,20	2,43	0,78	0,75
Бітум з 0,4 % WETFIX BE	2380	3,9	4,9	9,85	5,33	2,40	0,81	0,78
Бітум з 0,6 % WETFIX BE	2380	4,5	5,8	10,5	5,56	2,75	0,81	0,79
Чистий бітум – 4,5 %	2320	7,1	8,0	10,2	9,10	5,25	0,52	0,50
Бітум з 0,4 % WETFIX BE	2320	7,0	8,2	11,8	8,50	5,10	0,60	0,58
Бітум з 0,6 % WETFIX BE	2350	6,2	7,7	>12,5	9,10	6,40	0,70	0,63

Крім того, значення індексу термічної стабільності бітумів з різним вмістом ПАР досить близькі до відносних значень зменшення коефіцієнтів водостійкості асфальтобетонів після прогріву: для чистого бітуму та асфальтобетону на чистому бітумі вони відповідно рівні 23 і 25 %; для бітуму з 0,6 % WETFIX BE і асфальтобетону на цьому бітумі вони відповідають 8 і 14 %. Природно, у цьому випадку очікувати повної відповідності результатів не можна, тому що відрізняються самі умови й об'єкти випробувань: у першому випадку за підкладку служить скло, у другому — полімінеральні, різні за хімічним складом і дисперсністю, кам'яні матеріали.

Висновки: Адгезійна добавка WETFIX BE є високоефективною ПАР, що забезпечує максимально можливий приріст зчеплення бітуму зі скляною поверхнею за ДСТУ Б.В.2.7-81-98 при її вмісті, близькому до 0,6 % від маси бітуму. Це супроводжується істотним підвищенням водостійкості асфальтобетону.

Введення WETFIX BE у бітум не призводить до істотних змін його стандартних властивос-

тей. Деяке підвищення показників міцності асфальтобетону, що вміщує WETFIX BE, ймовірно, пов'язане з поліпшенням ущільнювальності сумішей і особливостями взаємодії бітуму з ПАР з поверхню кам'яних матеріалів.

Зчеплення бітумів з добавкою WETFIX BE відрізняються високою стійкістю при нагріванні. При вмісті 0,6 % ПАР в бітумі її зчеплення з підкладкою після прогріву знижується не більш ніж на 10 %. Відповідним чином це позначається і на значеннях показників тривалої водостійкості асфальтобетону, їхнє зменшення після прогріву не перевищує 15–20 %. Абсолютні значення коефіцієнтів водостійкості (на 14 і 28 добу) асфальтобетону з добавкою WETFIX BE після прогріву на 0,13–0,18 вищі, ніж асфальтобетону без добавки.

За рівнем впливу на зчеплення бітуму з підкладкою і водостійкість асфальтобетону WETFIX BE відповідає кращим, вивченим раніше ПАР. У той же час однаковий рівень такого впливу досягається при меншому вмісті ПАР. Остаточний вибір на користь тієї або іншої ПАР необхідно робити з урахуванням їхньої вартості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Золотарьов В.О., Писанко А.О. Показники оцінки адгезійної активності поверхнево-активних речовин у дорожніх бітумах // Автошляховик України, 2001. — № 4. — С. 33–35.
2. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. — М.: Транспорт, 1973, 264с.
3. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве / Под ред. И. В. Королева. — М.: Транспорт, 1991.
4. Писанко А.О., Золотарьов В.О. Адгезійні властивості бітумів з домішками поверхнево-активних речовин. // Автошляховик України, 1999. — № 4. — С.31–32.
5. Соседко С. Н., Колодезний В. П., Степанов В. Ф., Соломенцев А. Б. Использование адгезионных ПАВ в асфальтобетоне с ПЕВ // Наука и техника в дорожной отрасли, 2000. — № 3. — С.28–30.
6. Zolotarev V.A. Bitumen cohesion as characteristic in the evaluation system of their operation properties. The east-west european road conference. Proceedings, Volume I. Warsaw, Poland, 1993. — P. 425–430.
7. Золотарьов В.О., Писанко А.О. Температурна стабільність властивостей бітумів з поверхнево-активними речовинами // Автошляховик України, 2000. — № 1. — С. 36–37.

Стаття надійшла до редакції 26.01.2002 р.