

- в) розв'язок задачі Гріффітса у рамках запропонованої моделі;
- г) спрощені співвідношення для визначення деформаційної тріщиностійкості, які можуть бути використані у рівнянні типу (1) для оцінки залишкового ресурсу;
- д) інженерний метод для визначення працездатності залізобетонної плити з крайовою тріщиною.

1. Иосилевский Л.И. *Практические методы управления надежностью железобетонных мостов.* – Москва, НИЦ «Инженер», 1999. – 294 с. 2. Лучко Й.Й. *Методи оцінки несучої здатності і підвищення тріщиностійкості залізобетонних елементів конструкцій.* – Львів: Слово і комерція, 1997. – 435 с. 3. Виноградский Д.Ю., Руденко Ю.Д., Шкуратовский А.А. *Эксплуатация и долговечность мостов.* – К.: Будівельник, 1985. – 104 с. 4. Панько І.М. *Теоретичні основи інженерних методів для оцінки тріщиностійкості матеріалів і елементів конструкцій.* – Львів: Вид. центр Львів. нац. унів. ім. Ів. Франка, – 2000. – 280 с. 5. Панасюк В.В. *Предельное равновесие хрупких тел с трещинами.* – К.: Наукова думка, 1968. – 247 с. 6. Лучко Й.Й., Чубріков В.М., Лазар В.Ф. *Міцність, тріщиностійкість і довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій на засадах механіки руйнування.* – Львів: Каменярь, 1999. – 348 с.

УДК 625.691.16;691.11

О.М. Львов, Я.П. Кандяк, В.М. Дідак
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автомобільних шляхів

АСФАЛЬТОБЕТОН З АКТИВОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

© Львов О.М., Кандяк Я.П., Дідак В.М., 2004

Наведено результати досліджень асфальтобетонів з використанням активованих мінеральних матеріалів, де як активатор використовується кремнієорганічна сполука. Показано, що асфальтобетони з активованими, безпосередньо в змішувачі, мінеральними матеріалами під час приготування сумішей мають підвищені показники міцності та водостійкості. Використання активованих мінеральних матеріалів в асфальтобетонах приводить до економії бітуму до 20–30 %.

Асфальтобетони з активованих мінеральних матеріалів були вивчені і впроваджені у виробництво колективом СоюздорНДІ під керівництвом Л.Б. Гезенцева. Дослідження показали, що асфальтобетон із використанням активованих мінеральних матеріалів має підвищені фізико-механічні та транспортно-експлуатаційні властивості.

Встановлено, що водо- і морозостійкість такого асфальтобетону значно підвищується. Набухання матеріалу в воді при тривалому водонасиченні та заморожуванні-відтаюванні відбувається менш інтенсивно, ніж звичайного асфальтобетону. Особливо треба відмітити здатність асфальтобетонів із активованих мінеральних матеріалів значно ущільнюватись, що характеризується меншими значеннями пористості мінерального скелету.

Внаслідок зменшення пористості асфальтобетонів підвищується основний показник якості – міцність при 50 °С. Це, в свою чергу, спричиняє підвищення стійкості асфальтобетонного покриття на зсув у літній період року, а це як відомо одна із головних проблем доріг з асфальтобетонним покриттям.

Особливо треба зупинитись на ефекті економії бітуму в асфальтобетоні з активованих мінеральних матеріалів. Активація поверхнево-активними речовинами (як аніонактивними, так і катіонактивними) призводять до модифікації поверхні зерен мінеральних матеріалів, зменшенню кількості відкритих пор, в які може просочуватись бітум. Таким чином досягається значне зменшення бітумоемності компонентів асфальтобетонної суміші. Наявність ПАР на мінеральному

матеріалі сприяє утворенню тонких плівок в'язучого, міцно пов'язаних із мінеральним матеріалом. А це, в свою чергу, призводить до більш рівномірного розподілу в'язучого в асфальтобетоні. Внаслідок цього, бітум рівномірно розподіляється в системі, менше виникає неоднорідностей у вигляді бітумно-мінеральних прошарків, не залишається нерозподіленого бітуму.

Активация ПАР всіх мінеральних компонентів (щебеню, піску, порошку) сприяє зменшенню витрати бітуму, але особливо це проявляється при активації мінерального порошку. Це пов'язано з великою відмінністю у значеннях питомої поверхні щебеню, піску, порошку. На частку мінерального порошку припадає орієнтовно 90 % поверхні мінеральних компонентів асфальтобетону. Тому модифікація поверхні мінерального порошку приведе до формування рівномірної тонкої плівки бітуму. Практично запобігається утворення агрегатів із мінеральних зерен, не буде відповідно поглинання цими агрегатами бітуму.

За даними Л.Б. Гезенцева і інших авторів застосування активованих мінеральних порошоків забезпечує економію бітуму до 20–30 %. Це збігається із результатами наших досліджень. Як ПАР була прийнята кремнієорганічна сполука – тетраетоксисілан.

Особливу увагу було приділено дослідженням взаємодії мінеральних та в'язучих матеріалів, які в основному визначають експлуатаційні властивості асфальтобетонних покриттів.

Вплив ПАР на процеси взаємодії мінеральних матеріалів з бітумом вивчають по адсорбції мінеральними порошками бітуму як чистого, так і з добавками 0,5 % синтетичних жирних кислот та тетраетоксисілану.

Для випробувань був прийнятий бітум марки БНД 90/130 та мінеральний порошок Скала-Подольського заводу, питома поверхня якого становить 4500 см²/г.

Адсорбцію визначали за спеціальною методикою, після чого проводилась десорбція адсорбованого бітуму в апараті Сокслета чистим бензолом до повного освітлення розчинника. По кількості бітуму, що затримався на поверхні мінеральних частинок після десорбції, можна твердити про активацію мінеральної поверхні в'язучим.

Проведений експеримент дозволив оцінити вплив ПАР на адгезію бітуму до мінерального матеріалу (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив ПАР на величину адгезії бітуму до мінерального матеріалу

№ з/п	Вид мінерального порошку	Марка бітуму	Вміст бітуму в бензольному розчині, кг/м ³	Адсорбція, Кг бітуму Кг порошку	Десорбція, Кг бітуму Кг порошку	Кількість бітуму, що залишився на поверхні мінеральних частинок після десорбції, Кг бітуму Кг порошку
1	Мін. порошок Скала-Подольського заводу	БНД 90/130	1	0,004971	0,001379	0,003592
2			3	0,008247	0,004064	0,004183
3			6	0,009135	0,004644	0,004491
4			9	0,010082	-	-
5	Мін. порошок Скала-Подольського заводу	БНД 90/130+0,05 % СЖК	1	0,005285	0,001354	0,003931
6			3	0,010001	0,004239	0,005762
7			6	0,012008	0,006016	0,005992
8			9	0,011324	-	-
9	Мін. порошок Скала-Подольського заводу	БНД 90/130+0,05 % Тетраетоксисілану	1	0,005180	0,001079	0,004101
10			3	0,009090	0,004470	0,004620
11			6	0,009640	0,005134	0,004505
12			9	0,011130	-	-

Враховуючи отримані результати, можна зробити висновок, що наявність ПАР в бітумі збільшує величину адгезії бітуму до поверхні мінерального матеріалу. Тому можна прогнозувати підвищення експлуатаційних властивостей асфальтобетонного покриття.

Методика активації була спрощена порівняно із традиційною (під час помелу в кульовому млині). Мінеральні матеріали – щебінь, пісок, мінеральний порошок обробляли ПАР в змішувачі безпосередньо перед введенням в суміш бітуму. Результати випробувань асфальтобетонів подані в табл. 2. Для порівняння були також запроєктовані асфальтобетонні суміші таких складів:

- 1 – асфальтобетон на неактивованих мінеральних матеріалах;
- 2 – асфальтобетон із активованим мінеральним порошком із використанням синтетичних жирних кислот;
- 3 – асфальтобетон із мінеральним порошком, активованим кам'яновугільним дьогтем;
- 4 – асфальтобетон із мінеральними матеріалами (щебінь, пісок, мінеральний порошок), активованими тетраетоксісіланом.

Таблиця 2

Результати випробувань асфальтобетонів

№ з/п	Вміст бітуму, % маси	Пористість остова, %	Міцність на стиск, МПа		Водонасичення, %	Набухання, %	K _в	Після водонасичення протягом 30 діб		
			при 20 °С	при 50 °С				Водонасичення, %	Набухання, %	K _в ³⁰
1	7,2	18,8	2,47	0,82	2,59	0,13	0,98	4,20	1,15	0,78
2	5,4	17,0	3,05	1,05	2,10	0,05	1,17	3,80	0,99	0,96
3	6,4	17,7	2,85	0,93	2,00	0,08	0,93	3,78	1,16	0,90
4	5,5	18,6	3,17	1,17	2,05	0,05	1,00	3,60	0,95	0,98

Отримані результати досліджень показують, що для активації мінеральних матеріалів можуть бути застосовані кремнієорганічні сполуки, які раніше для цього не застосовувались. Асфальтобетон з активованими мінеральними матеріалами (асфальтобетон № 4) кремнієорганічною речовиною тетраетоксісіланом має підвищені фізико-механічні властивості, а також вміщує бітуму на 24 % менше ніж контрольний асфальтобетон (№ 1).

Аналізуючи наведені в табл. 1 дані, можна впевнено стверджувати, що асфальтобетони із активованими, безпосередньо в змішувачі, мінеральними матеріалами, під час приготування сумішей не поступають асфальтобетонам з активованим мінеральним порошком за стандартною технологією. Так міцність асфальтобетонів з активатором — тетраетоксісіланом (зразок № 4) виявилась на 20 – 40 % вищою, ніж у решти асфальтобетонів.

Особливе значення має підвищення міцності асфальтобетону при 50 °С, оскільки це приводить до підвищення стійкості асфальтобетонного покриття на зсув у літній період року. Покращились також показники корозійної стійкості асфальтобетону. Коефіцієнт тривалої водостійкості досяг значення 0,98, а водонасичення і набухання – навпаки, зменшилися. Це свідчить про зниження ефективної пористості асфальтобетонів з використанням активованих мінеральних матеріалів, тобто при збереженні постійної загальної пористості збільшується частка закритих для доступу води пор. Можна стверджувати, що довговічність всіх асфальтобетонів з активованими мінеральними матеріалами більше ніж звичайного асфальтобетону.

Необхідно також відмітити, що сьогодні з'явилось багато нових видів поверхнево-активних речовин, які виробляються як в Україні, так і за її межами. Тому актуально сьогодні було б провести дослідження із використання нових ПАР з метою їх застосування для виробництва асфальтобетонних сумішей. Це дасть можливість виробникам ефективніше використовувати нафтові бітуми, які є найдорожчою частиною асфальтобетону, а також значно підвищити якість асфальтобетонних покриттів автодоріг.

1. *Дорожній асфальтобетон / Под ред. Л.Б. Гезенцевя. – М.: Транспорт, 1976. – 336 с.*
2. *Королев И.В. Пути экономии битума в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1986. – 144 с.*