

- © С.В. Кіщинський,
- © І.В. Копинець (ДП “ДерждорНДІ”)

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ОКИСЛЕНИХ БІТУМІВ ДО СТАРІННЯ ШЛЯХОМ ЇХ КОМПАУНДУВАННЯ З ДИСТИЛЯЦІЙНИМИ БІТУМАМИ

Анотація. Наведено результати дослідження з визначення стійкості компаундованих бітумів до термоокислювального старіння. Встановлено, що введення різної кількості залишкового бітуму до складу окисленого бітуму дозволяє підвищити стійкість останнього до термоокислювального старіння.

Ключові слова: бітум, старіння, в'язкість, залишкова пенетрація, індекс старіння, метод RTFOT.

Аннотация. Приведены результаты исследования по определению устойчивости окисленных битумов к термоокислительному старению. Установлено, что в зависимости от метода моделирования старения, изменения свойств битумов разные.

Ключевые слова: битум, старение, вязкость, остаточная пенетрация, индекс старения, метод RTFOT.

Annotation. The paper describes the results of a study to determine the stability of oxidized bitumen to thermal aging. It was established that, depending on the method of modeling the aging changes in the properties of bitumen is different.

Keywords: bitumen, aging, viscosity, residual penetration, index aging, method RTFOT.

Вступ

Проблема довговічності автомобільних доріг була актуальна завжди. Сьогодні у зв'язку зі зростанням цін на будівельні матеріали та енергію, подорожчанням ремонтних робіт, ця проблема стає особливо гостро. Однією з причин передчасного руйнування асфальтобетонних покриттів може бути технологічне старіння бітуму при виробництві асфальтобетонних сумішей, в результаті якого зміна групового хімічного складу бітуму призводить до зниження пенетрації, підвищення температури розм'якшеності та крихкості, а також до погіршення зчеплюваності бітуму з поверхнею мінеральних матеріалів [1].

Під дією тепла, повітря, світла, води та інших чинників у бітумі відбуваються оборотні та необоротні зміни властивостей. Оборотні зміни пов'язані з перебуванням надмолекулярної структури бітуму. Необоротні зміни супроводжуються протіканням внутрішніх фізико-хімічних процесів, у результаті яких бітум втрачає здатність чинити опір зовнішнім навантаженням та дії агресивного зовнішнього середовища, відбувається зміна хімічного складу, якість бітуму погіршується, що з часом призводить до руйнування матеріалу і асфальтобетонного покриття в цілому.

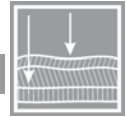
Схильність бітумів до старіння залежить від великої кількості чинників – це і компонентний склад бітуму, і природа сировини, технологія його отримання та інше. Вважається, що окислені бітуми, які найбільш поширені в дорожньому будівництві в Україні, займають проміжне положення між бітумами, отриманими на основі крекінг залишків, найбільш схильних до швидкого старіння, і залишкових бітумів, найбільш стійких до старіння [2]. Однак є дані про те, що окислені бітуми

з гудронів певних нафт мають більшу стійкість до старіння, чим залишкові [3], що ще раз підтверджує думку про те, що старіння бітуму явище складне і залежить від безлічі чинників.

В останні роки було проведено ряд досліджень з підвищення стійкості бітумів до старіння. Зокрема Ісраїловою З.С. [4] запропонована концепція підвищення стійкості окислених бітумів до старіння, що заключається в зменшенні кількості структуроутворюючих компонентів – асфальтенів, що відзначаються високою концентрацією вільних радикалів, які ініціюють процес старіння бітуму при зберіганні та приготуванні бітумомінеральних сумішей, компаундуванням останніх з залишками атмосферної та вакуумної перегонки нафти. В роботах [5, 6] підвищити стійкість бітумів до термоокислювального старіння запропоновано шляхом оптимізації групового хімічного складу сировини окислення. Ширкунов А.С. [7] запропонував метод підвищення стійкості бітумів до старіння, що заключається в компаундуванні окислених бітумів з гудроном. Також він відзначає доцільність використання гудронів з найвищою в'язкістю, що дозволяє збільшити вміст неокисленого компоненту в складі бітумного в'язучого, а отже й підвищити його стійкість до старіння.

Ймовірно підвищити стійкість окислених бітумів до дії високих технологічних температур та експлуатаційних факторів можна шляхом їх компаундування з дистиляційними (залишковими) бітумами.

Метою даної роботи було проведення досліджень з підвищення стійкості окислених бітумів до старіння шляхом їх компаундування з дистиляційними бітумами.



Таблиця 1

Результати визначення фізико-технічних властивостей бітумів, отриманих компаундуванням бітумів різних типів, до та після старіння

Найменування показників	Результати випробувань				
	окисленого бітуму марки БНД 60/90	дистиляційного бітуму марки 100/150	Компаундованого бітуму на основі окисленого бітуму марки БНД 60/90 із вмістом дистиляційного бітуму марки 100/150, %		
			10 %	30 %	50 %
1 Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 мм:					
– вихідного	67	106	66	75	86
– після прогріття за ГОСТ 18180	48	74	51	58	64
– після прогріття за методом RTFOT	40	69	48	53	58
2 Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С:					
– вихідного	49,7	42,2	48,7	46,2	44,4
– після прогріття за ГОСТ 18180	53,2	45,9	52,1	49,3	48
– після прогріття за методом RTFOT	54,7	47,0	53,3	51,6	49,4
3 Температура крихкості, °С:					
– вихідного	-23,5	-19	-23	-22	-20
– після прогріття за ГОСТ 18180	-21	-21	-21	-21	-19
– після прогріття за методом RTFOT	-21	-22	-25	-25	-22
4 Динамічна в'язкість за температури 60 °С, Па × с:					
– вихідного	390	168	405	275	230
– після прогріття за ГОСТ 18180	870	272	689	492	387
– після прогріття за методом RTFOT	1217	345	973	698	552
5 Зміна маси, %:					
– після прогріття за ГОСТ 18180	-0,35	+ 0,58	-0,3	-0,31	-0,5
– після прогріття за методом RTFOT	-0,03	+ 0,70	+0,1	+0,11	+0,1
6 Індекс старіння:					
– після прогріття за ГОСТ 18180	2,23	1,62	1,7	1,79	1,68
– після прогріття за методом RTFOT	3,12	2,05	2,4	2,54	2,4
7 Залишкова пенетрація:					
– після прогріття за ГОСТ 18180	72	70	78	77	74
– після прогріття за методом RTFOT	60	65	73	71	67

Основна частина

Компаундовані бітуми отримували шляхом суміщення окисленого бітуму марки БНД 60/90, що відповідає вимогам ДСТУ 4044 [8], з дистиляційним бітумом марки 100/150, що відповідає вимогам EN 12591 [9]. Суміщення виконували за температури (160–165) °С протягом 2,0 годин.

Вміст дистиляційного бітуму становив від 10 % до 50 % від маси компаундованого бітуму. Моделювання термоокислювального старіння виконувалось згідно ГОСТ 18180 [10] та EN 12607 (метод RTFOT) [11]. Результати випробувань вихідних та компаундованих бітумів наведені в таблиці 1.

Результати випробувань показують, що компаундовані бітуми є більш стійкими до старіння ніж окислені бітуми.

Так, залишкова пенетрація окисленого бітуму при прогрітті за методом згідно ГОСТ 18180 становить 72 %, а при прогрітті за методом RTFOT – 60 %. Додавання до окисленого бітуму 10 % дистиляційного бітуму

марки 100/150 призводить до зростання залишкової пенетрації до 78 % та 73 %, відповідно (рис. 1).

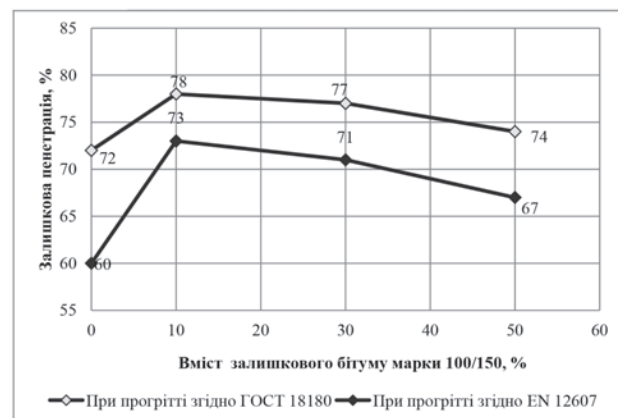
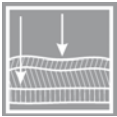


Рис. 1. Залишкова пенетрація компаундованих бітумів залежно від вмісту в них дистиляційних бітумів



Підвищення залишкової пенетрації при прогрітті за обома методами свідчить про те, що компаундований бітум в порівнянні з окисленим менше змінює свою консистенцію, а отже є більш стійким до старіння.

Збільшення вмісту дистиляційного бітуму до 30 % та 50 % призводить до зниження показника залишкової пенетрації. Однак залишкова пенетрація компаундованих бітумів все одно є більшою ніж окисленого бітуму. В даному випадку зниження залишкової пенетрації ймовірно пов'язане із збільшенням пенетрації компаундованого бітуму, адже загальноновизнаним є той факт, що менш в'язкі бітуми старіють інтенсивніше ніж більш в'язкі.

Значення індексу старіння (відношення динамічної в'язкості зістареного бітуму до динамічної в'язкості вихідного бітуму) також вказують на більшу стійкість до старіння компаундованих бітумів у порівнянні з окисленими. Вже при введенні 10 % дистиляційного бітуму марки 100/150 відбувається значне зниження індексу старіння. Так, при прогрітті згідно ГОСТ 18180 з 2,23 до 1,7, а при прогрітті згідно EN 12607 – з 3,12 до 2,4 (рис. 2). При збільшенні вмісту дистиляційного бітуму до 30 % та 50 % індекс старіння практично не змінюється, що свідчить про підвищення стійкості компаундованих бітумів до старіння навіть при зростанні їх пенетрації (тобто менш в'язкі компаундовані бітуми змінюють свої властивості при термоокислювальному старінні не більше ніж більш в'язкі в'язучі).

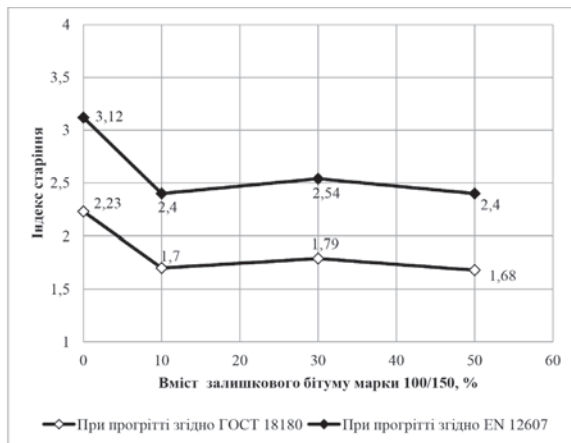


Рис. 2. Індекс старіння бітумів залежно від вмісту в них дистиляційних бітумів

Також необхідно відзначити, що різниця індексів старіння, отриманих при прогрітті бітумів за двома методами для компаундованих бітумів, є меншою ніж для окислених (0,7 проти 0,89), що може свідчити про меншу інтенсивність утворення захисної окислювальної плівки на поверхні досліджуваних зразків при їх прогрітті за ГОСТ 18180.

Зміна температури розм'якшеності бітумів, як при прогрітті за методом ГОСТ 18180, так і за методом EN 12607 відбувається практично однаково для всіх досліджених бітумів. Значення результатів випробувань знаходяться в межах похибки експерименту. Температура крихкості бітумів при їх прогрітті згідно з обома методами

змінюється по-різному. Так, при прогрітті бітуму за методом ГОСТ 18180 температура крихкості компаундованих бітумів підвищується, а при прогрітті згідно з EN 12607 має місце зниження температури крихкості. Це може свідчити про різний характер процесу старіння бітуму при прогрітті за вказаними методами. Підтвердженням цьому також є різні значення зміни маси бітуму після прогріття.

Висновки

1. Випробування компаундованих бітумів на стійкість до старіння показали, що введення до складу окисленого бітуму дистиляційних бітумів призводить до зростання його залишкової пенетрації та зниження індексів старіння як при прогрітті згідно ГОСТ 18180, так і при прогрітті згідно EN 12607. Зміни температури розм'якшеності та температури крихкості компаундованих бітумів є практично такими ж як і окисленого бітуму. Все вищевказане свідчить про більшу стійкість до старіння компаундованих бітумів у порівнянні з окисленими.

2. Прогріття бітумів згідно методу RTFOT призводить до більших змін їх фізико-технічних властивостей ніж прогріття за методом ГОСТ 18180. Слід зазначити, що температура проведення випробувань за обома методами становить 163 °С, а час проведення випробування складає 75 хв та 300 хв, відповідно. Отже, метод RTFOT є більш жорстким, адже при однаковій температурі випробування, але протягом значно меншого часу (в чотири рази), властивості бітумів при прогрітті змінюються більш істотно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Золотарьов В.О., Пиріг Я.І., Галкін А.В., Кудрявцева-Вальдес С.В. Порівняльне дослідження властивостей окислених і залишкових бітумів // Автошляховик України, № 4, 2010.
2. Печеный Б.Г. Исследование механизма старения битумов в эксплуатационных условиях / Б.Г. Печеный, Л.А. Ахметова // Вопросы производства и качества нефтяных битумов. – Уфа: Башкиргоиздат, 1976. – С. 96–100.
3. Железко Е.П. Влияние способа получения дорожных битумов на их устойчивость к тепловому старению / Е.П. Железко, Б.Г. Печеный, В.В. Фрязинов // Нефтепереработка и нефтехимия. – М., 1972. – № 12. – С. 13–16.
4. Исраилова З.С. Влияние технологии битумов на устойчивость к старению. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Астрахань – 2012 г.
5. Чан Нат Тянь. Регулирование термоокислительной стабильности дорожных битумов и битумных материалов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва – 2010 г.
6. Коновалов А.А. Разработка технологии производства долговечных дорожных битумов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва – 2005 г.
7. Ширкунов А.С. Получение нефтяных и полимермодифицированных дорожных битумов улучшенного качества компаундированием окисленных и остаточных нефтепродуктов в ООО "Лукойл-Пермнефтеоргсинтез".
8. ДСТУ 4044-2001 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні вимоги.
9. EN 12591:2009 Bitumen and bituminous binders. Specifications for paving grade bitumens.
10. ГОСТ 18180-72 Битумы нефтяные. Метод определения изменения массы после прогрева.
11. EN 12607-1:2014 Bitumen and bituminous binders – Determination of the resistance to hardening under the influence of heat and air – Part 1: RTFOT method.