

УДК 625.85

**ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РОЗМ'ЯКШЕННЯ
МОДИФІКОВАНИХ БІТУМІВ ЗА КІЛЬЦЕМ ТА КУЛЕЮ**

**DETERMINATION OF THE TEMPERATURE OF MODERN
BITUM MIXTURES BETWEEN RING AND KULU**

Талах Л.О., к.т.н., доц., Ужегова О.А., к.т.н., доц., Дробішинець С.Я., к.т.н., доц. (Луцький НТУ, м. Луцьк)

Talakh L.O., Ph.D. associate professor, Uzhehova O.A. Ph.D. associate professor, Drobyshynets S.Y., Ph.D. associate professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)

Наведено результати експериментальних досліджень визначення температури розм'якшення за кільцем та кулею дорожніх бітумів, модифікованих полімерно-активними добавками Kraton D, Calprene C-411, Calprene C-501 і восковою добавкою Sasobit.

The growth of the share of large-sized vehicles on Ukrainian highways requires strengthening of the carrying capacity of road clothing in general and of asphalt concrete in particular. Under the influence of precipitation in road asphalt concrete coatings there is a breakdown in the form of peeling, extinction, potholes. The reason for such behavior of road asphalt concrete under conditions of influence of water, temperature and movement of vehicles is the displacement of bitumen film with water from the surface of mineral constituents of asphalt concrete.

In these conditions, the use of modified bitumen can significantly increase the strength of asphalt concrete at high temperatures and at the same time ensure its high resistance to cracks in the winter.

The purpose and tasks of the research was to analyze the feasibility of using modified bitumen for road wear and to determine the effective way of introducing additives to its composition to improve the physical and mechanical properties aimed at increasing the durability of asphalt concrete coatings.

For the determination of the softening temperature of bitumen and modified bitumen, the standard methods used for the study of bitumen and modified bitumen were used.

In determining the softening temperature of bitumen, modified with additives Kraton D1101, Calprene C-411, Calpens C-501 and Sasobit, results were obtained and to determine the effective method of adding additives to its composition, aimed at increasing the deformation properties of asphalt concrete coatings.

The results of experimental studies of determination of the temperature of softening of a ring and a ball of road bitumen modified by polymeric active additives Kraton D, Calprene C-411, Calprene C-501 and Sasobit wax are given.

Ключові слова: бітум, модифікований бітум, добавка, температура розм'якшення.

Keywords: bitumen, modified bitumen, additive, softening temperature.

В умовах великого приросту частки великогабаритних транспортних засобів на автомобільних дорогах України, використання модифікованих бітумів дозволяє значно збільшити міцність асфальтобетону при високих температурах та забезпечити одночасно достатньо високу його стійкість проти тріщиноутворення взимку.

Ефективність дії модифікаторів визначають переважно з використанням методів визначення адгезійних властивостей бітумів.

За вихідну сировину був взятий бітум Кременчуцького НПЗ марки БНД 90/130 і бітум Мозирського НПЗ (Білорусь) марки 60/90. Полімерно активні добавки Kraton D, Calprene і воскова добавка Sasobit. Процентний вміст в'язучого складав 2% і 3%.

Kraton D (виробник Польща) – чистий лінійний блок-сополімер на основі стиролу і бутадієну. Вміст стиролу 31 %.

Calprene (виробництво компанії Dynasol (Іспанія)) – лінійний блок-сополімер на основі стиролу і бутадієну.

Sasobit (виробництво Sasol Wax, Південно африканська республіка) – це синтетичний парафіновий віск, кристалічний аліфатичних вуглеводень, який отримується при газифікації вугілля

в процесі синтезу Фішера-Тропша (ФТ). Існує деяка різниця між бітумінозними восками природного походження і восками ФТ в їх структурі і фізичних властивостях. Віск ФТ має більші довжини ланцюгів і більшу чистоту кристалічної решітки. Довжина ланцюгів вуглеводнів в Sasobit знаходиться в діапазоні 40-115 вуглеводневих атомів, в той час як довжини ланцюгів натуральних бітумінозних парафінів в бітумі від 22 до 45 вуглеводневих атомів. Цим пояснюється суттєва відмінність фізичних властивостей продукту Sasobit від парафінів, які присутні в бітумах. Це призводить до того, що воски ФТ мають більшу температуру плавлення (85-115) °С.

Випробування бітумів та модифікованих бітумів проводили згідно методик [1].

Температура розм'якшення є умовною характеристикою теплостійкості бітуму та його переходу з в'язкого в текучий стан. Це температура, при якій бітум, який знаходиться в кільці заданих розмірів, розм'якшується в рідині (воді для в'язких бітумів), яка підігрівається з нормованою швидкістю, а потім, опускаючись під дією кулі, торкається контрольної полички приладу. За багаточисельними даними бітум при температурі розм'якшення характеризується penetрацією $800 \times 0,1$ мм та абсолютною в'язкістю, близькою до 1500 Па с. Тому з деяким наближенням температура розм'якшення може розглядатись як температура рівної в'язкості для всіх бітумів. Чим менша температура розм'якшення, тим менша температуростійкість бітуму. Використання таких бітумів у асфальтобетонних покриттях буде спонукати до пластичних деформацій у вигляді хвилі, напливів та колій. З огляду на вище вказане, очевидно, що у кліматичних районах з високою температурою повітря доцільне використання бітумів з меншою penetрацією та підвищеною температурою розм'якшення.

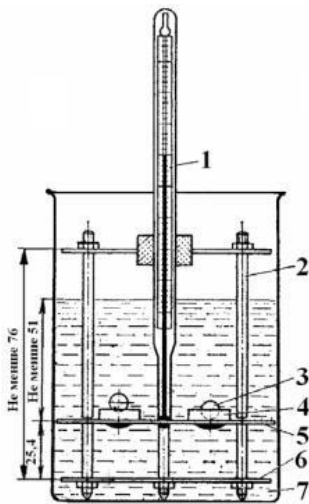
Для визначення температури розм'якшення використовували прилад «Кільце і куля» (рис.1).

Попередньо підготовлений бітум заливали з деяким запасом в латунні кільця, які розташовані на скляній поверхні, покритій сумішшю талька з гліцерином у співвідношенні 1:3. Зразки з бітумом охолоджували на повітрі протягом 20 хв при температурі (25 ± 5) °С, а надлишок бітуму зрізали нагрітим ножом врівень з краями кілець.

Кільця з в'язучим встановлювали в отвори середнього диска. Термометр з ціною поділу $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ встановлювали в середній отвір верхнього та середнього дисків штатива так, щоб кінець ртутного резервуару був на одному рівні з нижньою поверхнею бітуму в кільці. Штатив з кільцями розміщували у хімічний стакан діаметром 90 мм та висотою 115 мм, заповнений водою, температура якої становила $(5 \pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Висота шару води над поверхнею бітуму має бути не менше 50 мм. Після 10-хвилинного витримання у воді прилад діставали зі стакану і на кожне кільце пінцетом укладали сталеву кулю діаметром $(9,5 \pm 0,05)$ мм та масою $(3,5 \pm 0,05)$ г. Кулі попередньо охолоджували до температури $(5 \pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Після цього прилад знову опускали у стакан, уникаючи при цьому появи бульбашок повітря на поверхні в'язучого.



а)



б)

Рис. 1. Схема (а) та прилад (б) для визначення температури розм'якшення «кільце і куля»: 1 – термометр; 2 – стійка штатива; 3 – куля; 4 – кільце; 5 – верхня пластина; 6 – нижня пластина; 7 – хімічний стакан

Для в'язучих з температурою розм'якшення 80–110°C стакан заповнювали сумішшю води з гліцерином у відношенні 1:2, а для бітумів з температурою розм'якшення більше 110°C у стакан заливали гліцерин. Температура попереднього 10-хвилинного витримання зразків в'язучого в цих випадках має бути $(34 \pm 1)^\circ\text{C}$. До цієї ж температури розігривається і сталева куля. Стакан зі штативом поміщували на нагрівальний пристрій, забезпечуючи при цьому горизонтальне положення площини кілець. Рідину у стакані починали підігрівати так, щоб швидкість піднімання температури після перших 3 хв підігріву складала $(5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ за хвилину. Спостерігали за розм'якшенням бітуму і фіксували температуру, при якій бітум під дією маси кулі торкнеться контрольного нижнього диска. За показник температури розм'якшення приймали середнє значення з результатів двох паралельних визначень, якщо різниця між значеннями випробувань не перевищує 1°C для бітумів з температурою розм'якшеності до 80°C або 2°C для бітумів з температурою розм'якшеності більше 80°C .

Результати випробувань наведено в табл. 1 і на рис. 2.

Таблиця 1
Результати випробувань температури розм'якшення T_p , °C бітуму

Склад в'язучого	Марка вхідного бітуму	Вміст модифікатора, %	T_p , °C			
			Випробування 1	Випробування 2	Випробування 3	Середнє значення
Кременчуцький НПЗ	БНД 90/130	-	43	43,5	44	43,5
Мозирський НПЗ	БНД 60/90	-	47,5	48	49	48,2

БНД+КР (Kraton D)	БНД 90/130	2	48,8	49	48	48,6
	БНД 90/130	3	48	49,5	47,8	48,4
БНД+Calprene C-411	БНД 90/130	2	47	49,5	48	48,2
	БНД 90/130	3	56	58	57,5	57,2
БНД+Calprene C-501	БНД 90/130	2	49	47	48,5	48,2
	БНД 90/130	3	55	52	53	53,3
БНД+Sasobit	БНД 90/130	2	67	64	68	66,3
	БНД 90/130	3	80	78	83	80,3

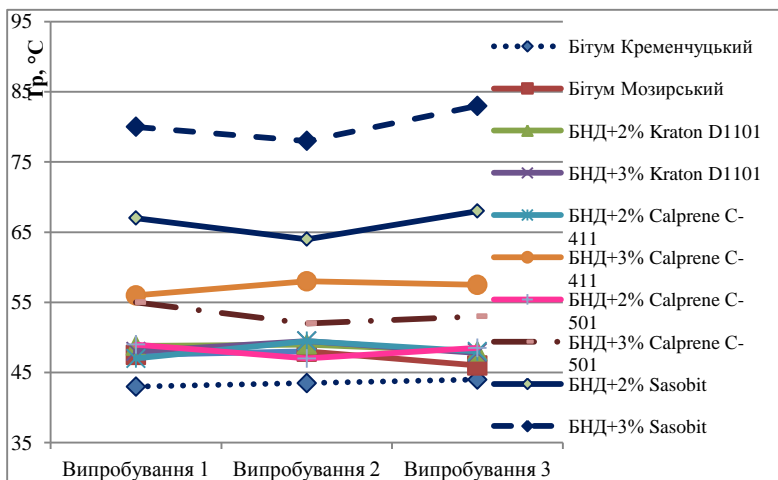


Рис. 2. Залежність між температурою розм'якшення T_p , °C і вмістом добавки

Висновки

1. Оптимальна концентрація Calprene C-411 складає 2,5-3% (в залежності від в'язкості бітуму) та Calprene C-501 не менше 3%.
2. Calprene C-411 (радіальний) працює більш активно, ніж Calprene C-501 (лінійний) і забезпечує вищу теплостійкість при однаковому вмісті полімерів.
3. Термоеластопластами Calprene C-411 та Calprene C-501 підвищують температуру розм'якшення бітумів на 8-15°C.
4. Введення у бітум Kraton D1101 підвищує теплостійкість. Температура розм'якшення в'язучих підвищується на 2-4°C.
5. Структуруюча добавка Sasobit легко суміщається з бітумами при температурі 140-180°C протягом 1 год.
6. Введення в бітум 2-3% добавки Sasobit значно підвищує теплостійкість бітумів, тим самим можна прогнозувати підвищення опору покриттів колісутворенню.

Список використаної літератури

1. Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.) (Бітуми нафтові. Метод визначення температури розм'якшення за кільцем та кулею) – ГОСТ 11506-73*.
2. Будівельні матеріали. Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови – ДСТУ Б В.2.7-135:2007. — К.: Держбуд України, 2007 – 32 с.