

УДК 691.161

СТІЙКІСТЬ ОКИСЛЕНИХ БІТУМІВ ДО ТЕРМООКИСЛЮВАЛЬНОГО СТАРІННЯ

Копинець І.В., наук. співробітник

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»)

Довготривала робота нежорстких дорожніх покриттів забезпечується збереженням стабільності їх основних фізико-механічних характеристик під дією різноманітних експлуатаційних навантажень та погодно-кліматичних умов. Одним з головних чинників такої стабільності є стійкість бітумів проти старіння.

В процесі експлуатації асфальтобетонних покриттів постійно відбуваються змінювання властивостей в'язучого, що призводять до погіршення його якості і руйнування асфальтобетону. Проте старіння бітуму відбувається не лише при знаходженні його у складі асфальтобетонного покриття [1, 2]. Незворотні зміни властивостей в'язучого спостерігаються і на етапі його підготовки на асфальтобетонному заводі в результаті яких може відбуватися передчасне руйнування асфальтобетонних покриттів. Це не раз відзначалося в роботах І.М. Руденської, В.Д. Портнягіна; А.С. Колбановської та інших дослідників [3–7].

Метою даної роботи є дослідження стійкості окислених бітумів до термоокислювального старіння.

Для моделювання термоокислювального старіння використовувались два методи. Перший метод - це стандартний метод прогріття бітуму (згідно ГОСТ 18180) за температури 163 °С протягом 5 годин, який згідно літературних джерел [5] імітує змінювання властивостей бітумів при службі в покритті протягом одного року.

Другий - це метод RTFOT (згідно EN 12607-1), який моделює процеси приготування, зберігання та укладання гарячих асфальтобетонних сумішей в покритті і дозволяє враховувати постійне оновлення поверхні бітуму при перемішуванні його з гарячими мінеральними матеріалами. Старіння в'язучого за вказаними методами відбувається при доступі кисню повітря і таким чином відбувається термоокислювальне старіння.

В якості об'єктів дослідження були прийняті бітуми марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130 Мозирського НПЗ, БНД 60/90 та БНД 90/130 ПАТ «Укртатнафта». Результати випробувань наведено в таблиці 1. За значеннями фізико-технічних властивостей всі бітуми відповідають вимогам ДСТУ 4044.

Прогріття бітумів за ГОСТ 18180 та за методом RTFOT призводить до змінювання їх властивостей. Пенетрація бітумів після прогріття знижується (рис. 1). При цьому, чим більша пенетрація вихідного бітуму, тим меншою є його залишкова пенетрація (рис. 2). Цікавим є той факт, що залишкова пенетрація бітуму Мозирського НПЗ є практично однаковою як після прогріття за ГОСТ 18180, так і після прогріття за методом RTFOT. В той же час бітуми ПАТ «Укртатнафта» більше старіють при їх прогрітті за методом RTFOT. В даному випадку має місце закономірність зменшення різниці між залишковою пенетрацією після прогріття за ГОСТ 18180 та залишковою пенетрацією після прогріття за методом RTFOT. Так, різниця значень залишкової пенетрації для бітуму ПАТ «Укртатнафта» з пенетрацією $67 \cdot 0,1$ мм становить 12 %, а при збільшенні пенетрації

Таблиця 1

Найменування показників	Результати випробувань бітуму					
	Мозирський НПЗ 40/60	ПАТ "Укртагнафта" 60/90 (1)	Мозирський НПЗ 60/90	ПАТ "Укртагнафта" 60/90 (2)	Мозирський НПЗ 90/130	ПАТ "Укртагнафта" 90/130
1 Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 мм	58	67	77	76	106	110
Вихідного	47	48	59	55	74	74
Після прогріття за ГОСТ 18180	45	40	57	47	73	68
Після прогріття за методом RTFOT						
2 Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С	52,0	49,7	48,5	48,6	46,0	45,1
Вихідного	55,6	53,2	52,8	52,4	49,7	49,2
Після прогріття за ГОСТ 18180	57,0	54,7	54,0	53,4	50,4	50,2
Після прогріття за методом RTFOT						
3 Температура крихкості, °С	-22	-23,5	-25	-24	-27	-25
Вихідного	-17	-21	-24	-22	-26	-23
Після прогріття за ГОСТ 18180	-17	-21	-24	-21	-30	-22
Після прогріття за методом RTFOT						
4 Розтяжність, см	60	68	96	70	104	80
4.1 за температури 25 °С	-	3,0	4,0	3,2	4,5	4,0
4.2 за температури 0 °С						
5 Динамічна в'язкість за температури 60 °С, Па · с	775	390	390	326	155	198
Вихідного	1800	868	955	710	385	420
Після прогріття за ГОСТ 18180	2300	1218	1060	988	430	524
Після прогріття за методом RTFOT						
6 Змінювання маси, %	0,31	0,35	0,42	0,39	0,62	0,46
Після прогріття за ГОСТ 18180	0,37	0,03	0,48	0,00	0,70	0,14
Після прогріття за методом RTFOT						
7 Індекс старіння	2,32	2,23	2,45	2,18	2,48	2,12
Після прогріття за ГОСТ 18180	2,97	3,12	2,72	3,03	2,77	2,65
Після прогріття за методом RTFOT						
8 Залишкова пенетрація	81	72	77	72	70	67
Після прогріття за ГОСТ 18180	78	60	74	62	69	62
Після прогріття за методом RTFOT						

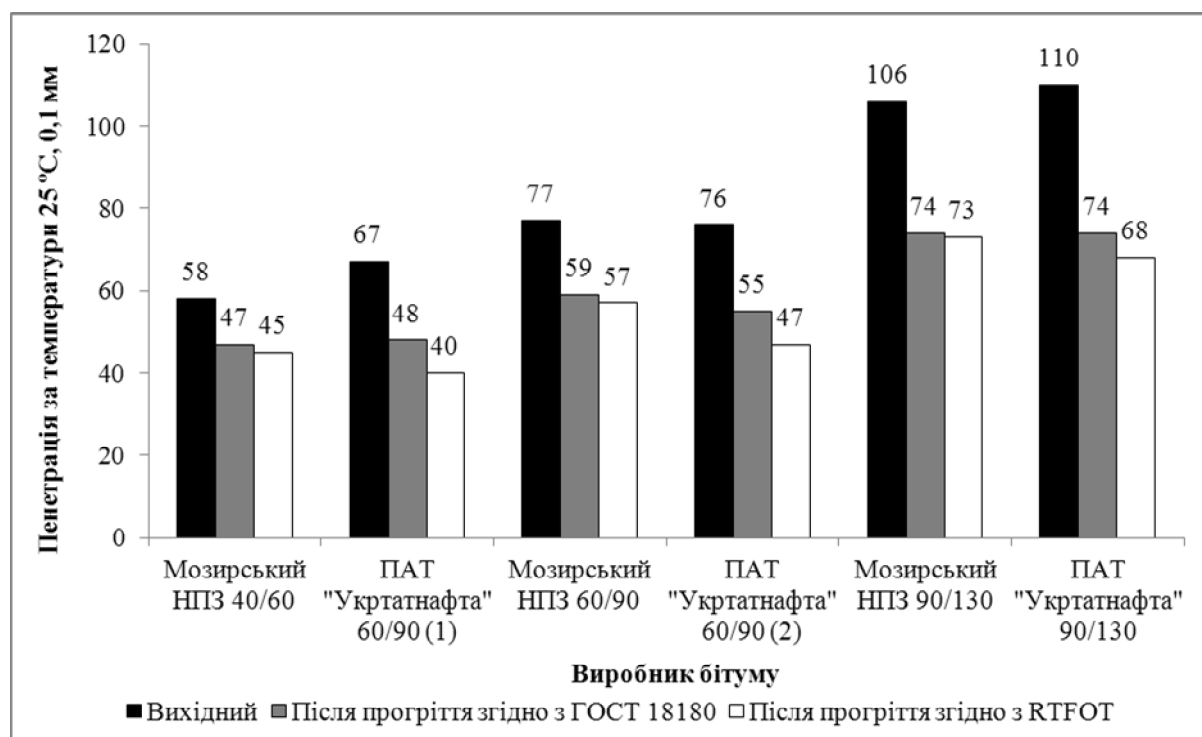


Рисунок 1 – Змінювання пенетрації бітумів при прогрітті

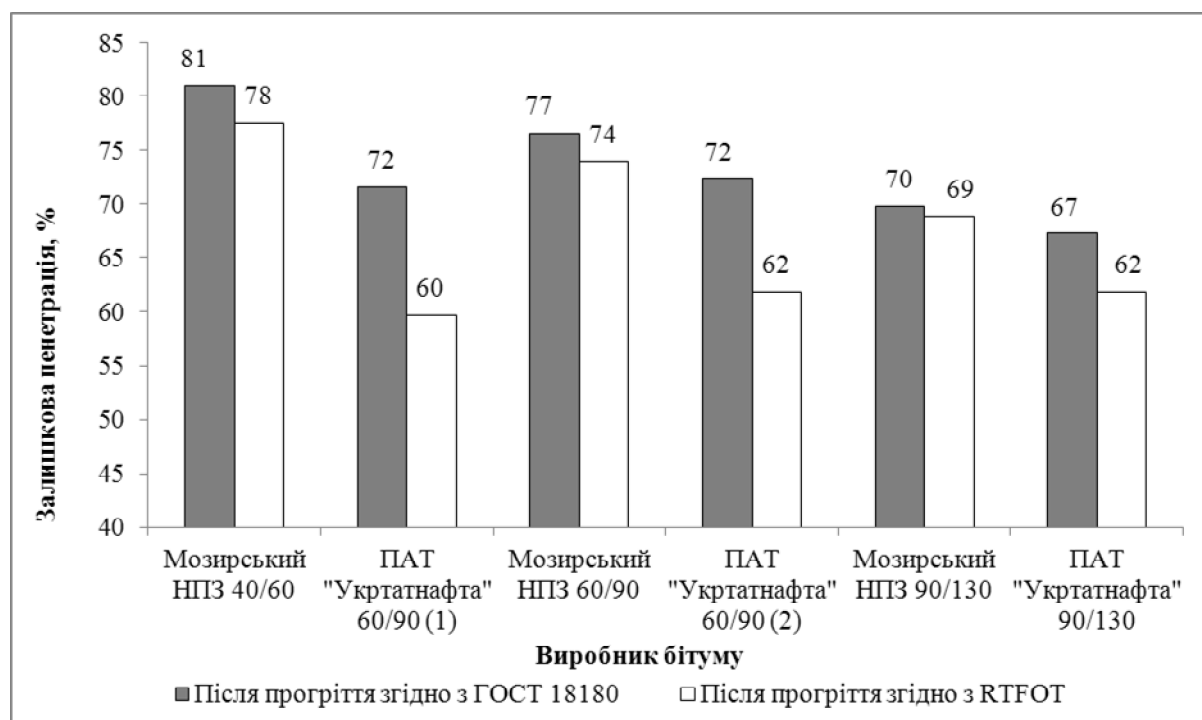


Рисунок 2 – Залишкова пенетрація бітумів після прогріття

вихідного бітуму до $76 \cdot 0,1$ мм та $110 \cdot 0,1$ мм, різниця значень залишкової пенетрації становить 10 % та 5 %, відповідно. Вказана тенденція ймовірно пояснюється тим, що при прогрітті за ГОСТ 18180 окисленню піддається насамперед поверхня досліджуваного зразка, а окислення всього об'єму цього зразка залежить від його в'язкості.

Температура розм'якшеності та крихкості бітумів при прогрітті зростає (рис. 3 та рис. 4). На відміну від близьких значень залишкової пенетрації бітумів Мозирського НПЗ при їх прогрітті за обома методами зміни температури розм'якшеності є більш суттєвими. Прогріття за методом RTFOT призводить до більших змін температури розм'якшеності. При цьому чим більша в'язкість бітуму, тим більшою є різниця між температурами розм'якшеності визначеними після прогріття за двома методами. Для бітумів ПАТ «Укртатнафта» спостерігається така ж тенденція у змінах температури розм'якшеності.

Температура крихкості бітумів при прогрітті зростає менш інтенсивно. Прогріття за методом RTFOT призводить до дещо більших змінювань температури крихкості ніж прогріття за ГОСТ 18180. Найбільше зростання температури крихкості спостерігається при прогрітті бітуму марки БНД 40/60 Мозирського НПЗ. Менше зростання температури крихкості при одночасному більш інтенсивному зростанні температури розм'якшеності призводить до розширення інтервалу пластичності випробуваних бітумів в бік більш високих температур.

При прогрітті бітумів за обома методами відбувається зростання динамічної в'язкості (рис. 5). Як і в попередніх випадках прогріття за методом RTFOT призводить до більших змінювань ніж прогріття за ГОСТ 18180.

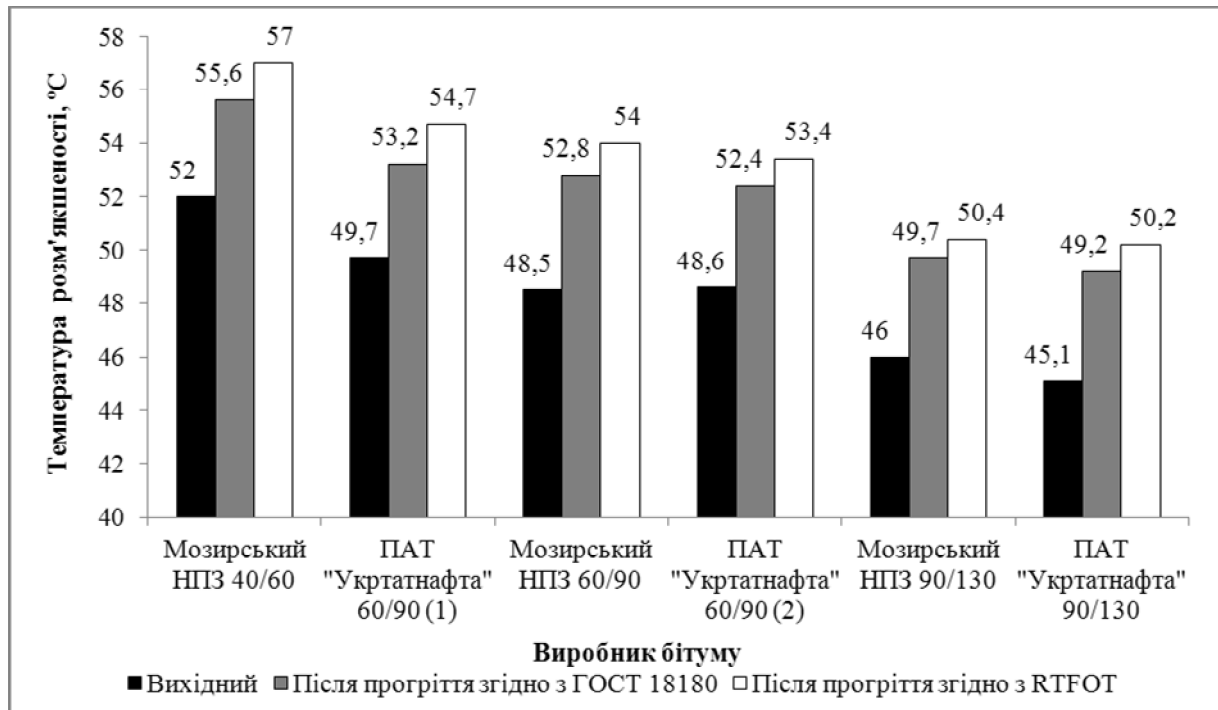


Рисунок 3 – Змінювання температури розм'якшеності бітумів при прогрітті

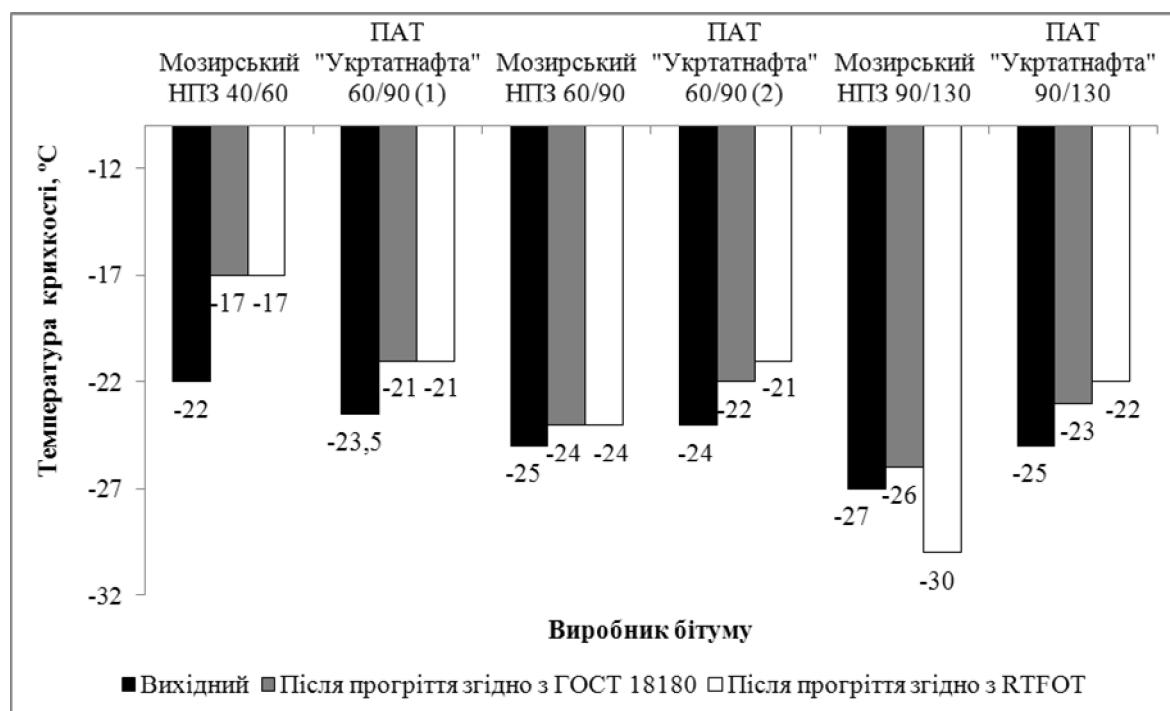


Рисунок 4 – Змінювання температури крихкості бітумів при прогріті

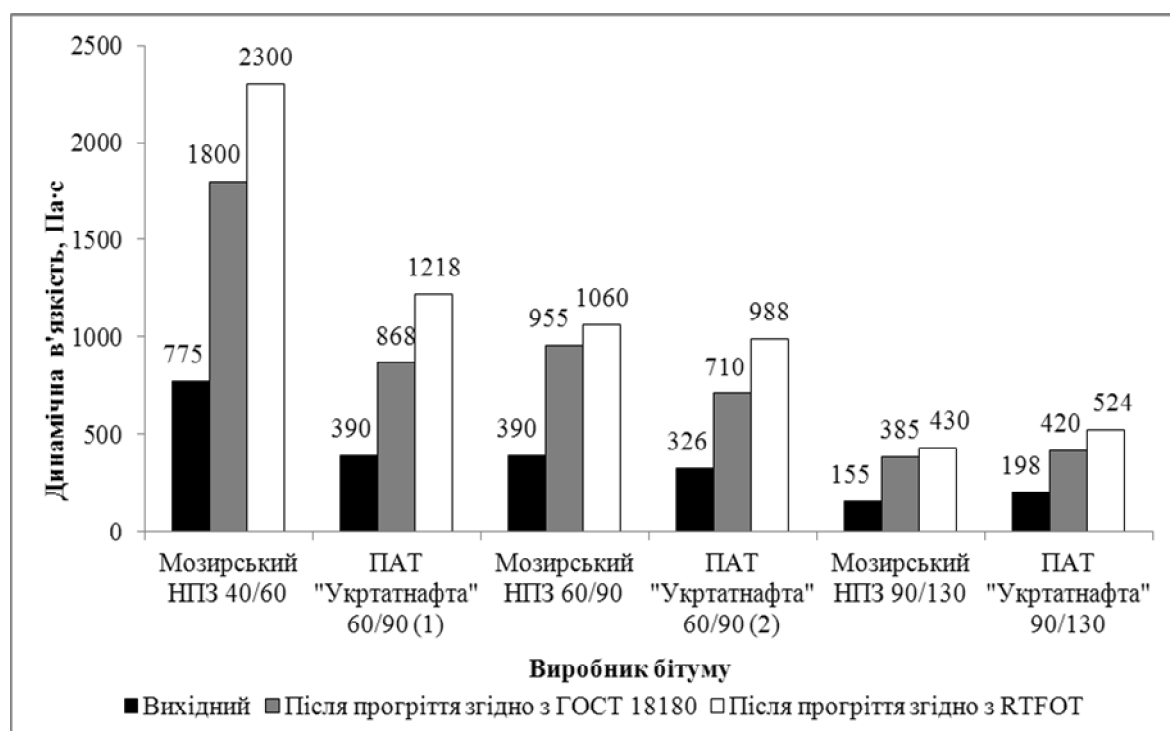


Рисунок 5 – Змінювання динамічної в'язкості бітумів при прогріті

Однак, на відміну від залишкової пенетрації за температури 25 °С, де з підвищенням в'язкості бітумів має місце її зростання як при прогрітті за ГОСТ 18180, так і за методом RTFOT, індекс старіння бітуму Мозирського НПЗ (який визначається як відношення динамічної в'язкості зістареного бітуму до динамічної в'язкості вихідного бітуму) при прогрітті за ГОСТ 18180 знижується, а при прогрітті за методом RTFOT – зростає (рисунок 6). Для бітумів ПАТ «Укртатнафта» зростання індексу старіння при підвищенні в'язкості бітуму має місце при прогрітті за обома методами. При цьому слід зазначити, що більш стійкими до старіння вважаються бітуми з меншим індексом старіння.

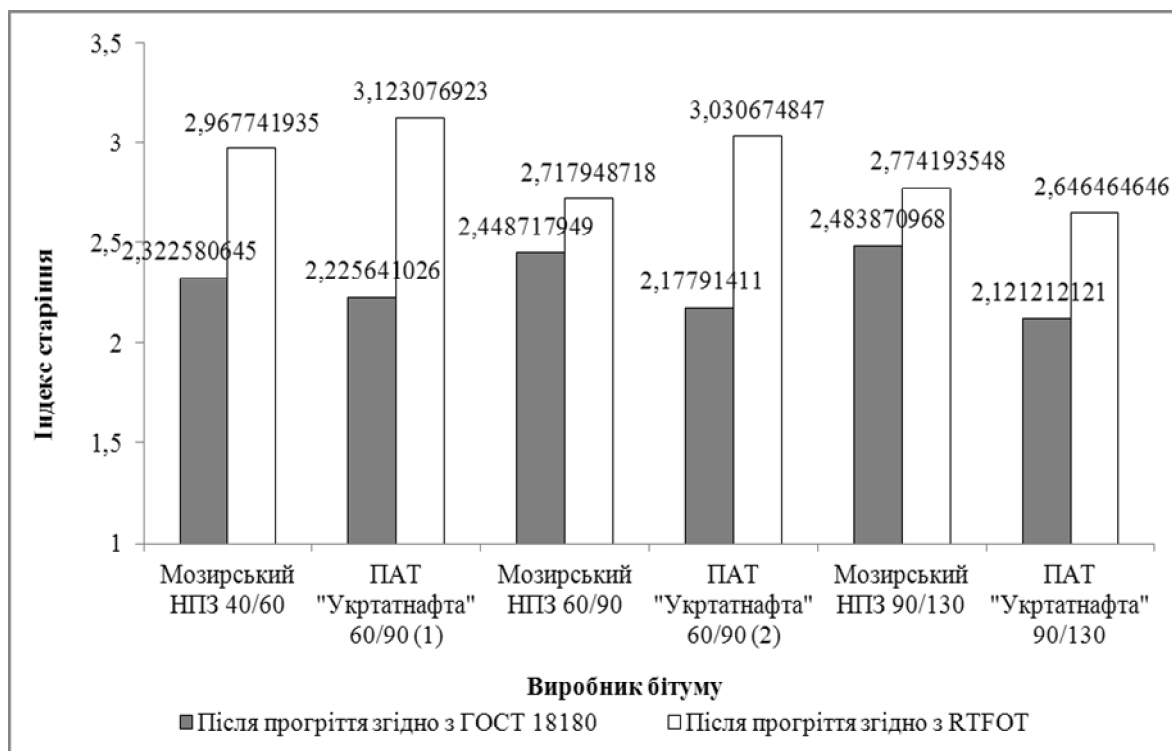


Рисунок 6 – Індекс старіння бітумів після прогріття

Висновки

1. Асфальтобетонна суміш, що укладається в покриття, містить в'язуче, що вже значно змінило свої первинні властивості. Бітум, в якому активно розвиваються незворотні зміни структури, не може забезпечити високу якість дорожнього покриття.

2. Характер змінювання властивостей бітуму при термоокислювальному старінні в залежності від методу оцінювання старіння є різним. Так, оцінюючи старіння за залишковою пенетрацією (зміною пенетрації при прогрітті), можна припустити, що більш стійкими до старіння є бітуми з меншою глибиною проникності голки (тобто більш в'язкі). При оцінці старіння за індексом старіння отримуємо результати, які свідчать про більшу стійкість до старіння бітумів з меншою в'язкістю.

3. Стандартна методика випробування бітумів на старіння (ГОСТ 18180) не відтворює реальної картини старіння в'язучого, тому що на поверхні випробуваних зразків утворюється полімерна оксидна плівка, яка перешкоджає доступу кисню повітря

в об'єм в'язучого. Відбуваються тільки процеси полімеризації в поверхневому шарі, як це має місце в асфальтобетонному покритті при його експлуатації. При цьому чим більша схильність в'язучого до старіння, тим швидше утворюється захисна плівка і тим менш адекватний кінцевий результат.

4. Більш адекватні результати дозволяє отримати метод RTFOT, за яким схильність в'язучих до старіння оцінюють за кордоном. На відміну від ГОСТ 18180 прогріття в'язучих виконується в скляних стаканах з постійним перемішуванням, що забезпечує оновлення поверхні в'язучого та контакт з повітрям, яке безперервно подається в термошафу. Таким чином можна зазначити, що метод RTFOT більш точно моделює старіння бітуму в процесі приготування асфальтобетонної суміші, а метод відповідно з ГОСТ 180180 в більшій мірі відтворює старіння бітуму під час експлуатації асфальтобетонного покриття.

5. Подальші дослідження з підвищення стійкості бітумів та асфальтобетонів до дії високих технологічних температур за рахунок використання інгібіторів старіння, поліпшення структури окислених бітумів вітчизняного виробництва шляхом їх компаундування з дистиляційними бітумами і продуктами нафтопереробки дозволять підвищити якість бітумів та асфальтобетонів на їх основі та подовжити строки служби дорожніх покриттів.

Література

1. Илиополов С.К. Старение битума / С.К. Илиополов, Ю.Я. Никулин, С.С. Саенко // «Строительство - 2006»: мат-лы междунар. научн.-практич. конф. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2006. – С. 49–51.
2. Саенко С.С. Состояние битума в рабочем котле АБЗ / С.С. Саенко // Изв. Рост. гос. строит. ун-та, 2005 г. – № 9. – С. 397.
3. Лысихина А.И. О стабильности битумов и взаимодействия их с минеральными материалами / А.И. Лысихина, Р.И. Сицкая, Н.М. Авласова, Л.Н. Ястребова. – М.: Дориздат, 1952. – 176 с.
4. Руденская И.М. Особенности структуры дорожных битумов разного происхождения по данным электронной микроскопии / И.М. Руденская, Л.А. Горельшева, А.Н. Измайлов // Нефтехимия и нефтепереработка. М., 1979. – № 3. – С. 18–20.
5. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. – М.: Транспорт, 1973. – 264 с.
6. Портнягин В.Д. Особенности подготовки битумов и приготовления асфальтобетонных смесей: Учеб. пособие / В.Д. Портнягин. – М: ИПК Минавтодора РСФСР, 1988. – С. 7–74.
7. Финашин В.Н. Старение компаундированных битумов под воздействием тепла / В.Н. Финашин // Нефтехимия и нефтепереработка. – М., 1971. – № 1. – С. 11–13.