

Онищенко А.М., канд. техн. наук, Невінгловський В.Ф., Різніченко О.С.,
Аксьонов С.Ю.

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЛІНІЙНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ДЕФОРМУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Анотація. У статті наведено методику та результати визначення коефіцієнта лінійного температурного деформування асфальтобетону

Ключові слова: асфальтобетон, лінійне температурне деформування, граничні напруження.

Аннотация. В статье приведена методика и результаты определения коэффициента линейного температурного деформирования асфальтобетона

Ключевые слова: асфальтобетон, линейное температурное деформирование, предельные напряжения.

Annotation. The article presents the methodology and results of the determination of the coefficient of linear thermal deformation of asphalt

Keywords: asphalt concrete, linear temperature deformation, strain limits.

Вступ

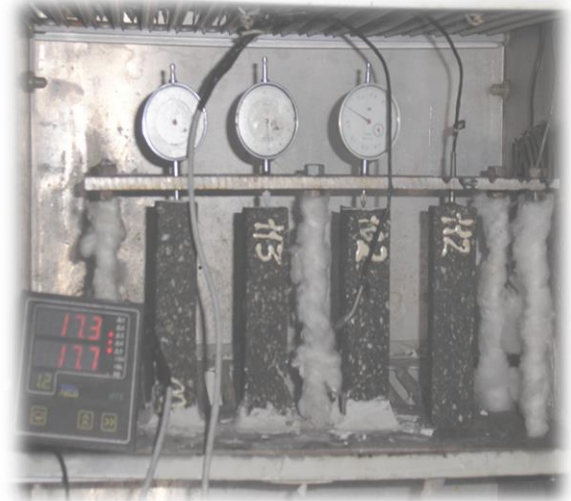
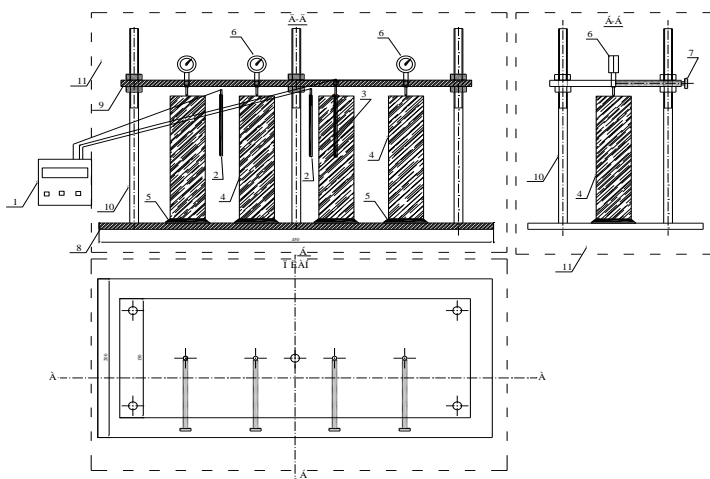
Температурні тріщини часто спричиняють виникнення інших руйнувань. Внаслідок появи різних деформувань відбувається передчасний ремонт асфальтобетонного покриття і зменшується його загальний термін служби. Однією з основних характеристик, яка дозволяє оцінювати тріщиностійкість асфальтобетону є коефіцієнт лінійного деформування асфальтобетону [1-4].

Визначення коефіцієнта лінійного температурного деформування

Коефіцієнт лінійного температурного деформування визначали на пристрої, показаному на рис. 1, згідно з методикою Г.К. Сюньї і Ю.Є.Нікольського [1, 2].

Суть цієї методики полягає в тому, що зразок 4 кріпили до нижньої плити 8 за допомогою алебастру 5, на верхній плиті 9 закріплювали індикатор годинникового типу 6 для вимірювання лінійної деформації зразка. Для фіксування температури охолодження і нагріву асфальтобетонного зразка, через 24 години після формовки у його торці висвердлювали отвір діаметром 4 мм, в отвір занурювали кінець термопари на глибину 60 мм. Другий кінець термопари кріпили поруч із зразками для фіксування температури в морозильній камері.

Зразки з приладом розміщували в термокамері і охолоджували до температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Встановлювали початкову температуру і брали початковий відлік за індикатором.



1 - п'яти-каналний вимірювач температури; 2 - термоперетворювач опору; 3 - термоперетворювач опору в зразку; 4 - зразок; 5 - алебастр; 6 - індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм; 7 - гвинт; 8 - нижня плита прибору; 9 - верхня плита прибору; 10 - стійка; 11 - морозильна камера

Рисунок 1 - Прилад для визначення коефіцієнта лінійного температурного деформування α

Коли температура зразка досягла $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, заморожування припиняли і нагрівали зразок до температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. При кожній заданій температурі зразки термостатували 15 хвилин, після цього брали відлік за індикатором. При обчисленні коефіцієнта лінійного температурного деформування використовували відому формулу (1) [1-4], враховуючи температурне деформування вертикальних стійок приладу:

$$\alpha = \frac{(n_1 - n_2)}{l(T_1 - T_2)} + \alpha_{CT}, \quad (1)$$

де n_1 та n_2 – відліки по індикатору (мм) відповідно при температурах T_1 і T_2 ;

l – довжина зразка (мм);

α_{CT} - коефіцієнт температурного деформування стійки штатива [1, 2].

Розтягуючі температурні напруження в асфальтобетоні визначали за наступною формулою:

$$\sigma_T = \alpha_{a\bar{b}} \cdot \Delta T_{a\bar{b}} \cdot E_{a\bar{b}}, \quad (2)$$

де $\alpha_{a\bar{b}}$ – коефіцієнт лінійного деформування асфальтобетону,

$\Delta T_{a\bar{b}}$ – приріст температури, °С;

$E_{a\bar{b}}$ – модуль пружності асфальтобетону при часі дії навантаження 0,1 с, МПа.

Результати визначення коефіцієнта лінійного температурного деформування

Для дослідження використовувались асфальтобетони типів Б-10, Б-20, Г, які відповідали вимогам [5] та ЩМА-10, ЩМА-20, які відповідали вимогам [6]. Асфальтобетонні суміші готували на бітумі марки БНД 60/90, а також на бітумі модифікованому катіонним полімерним латексом Butonal NX4190 з різною його кількістю (2, 4 і 6 %) від маси бітуму.

Коефіцієнт лінійного температурного деформування визначався за методикою, що описана вище. Під час проведення випробувань використовувався прилад показаний на рис. 1. Результати досліджень обраховувались за залежністю (1). Результати обрахувань для досліджуваних асфальтобетонів наведені в таблиці 1. Для наведених асфальтобетонів визначався модуль пружності (табл. 2) та розтягуючі температурні напруження за формулою (2).

Таблиця 1 – Результати визначення коефіцієнта лінійного розширення досліджуваних асфальтобетонів

Шифр асфальтобетону	Коефіцієнт лінійного розширення ($\alpha_t \cdot 10^{-5}$) в інтервалі температур, $^{\circ}\text{C}^{-1}$				
	20	10	0	-10	-20
Г-7,5%	3,3	3,35	3,45	3,6	3,32
Г-8,0% - 60/90+2%	2,75	2,82	2,88	3,02	2,8
Г-8,0% - 60/90+4%	2,32	2,38	2,48	2,55	2,35
Г-8,0% - 60/90+6%	1,7	1,73	1,78	1,82	1,75
Г-7,7% - 60/90+3% сум.	2,52	2,6	2,67	2,74	2,58
Г-7,7% - 60/90+6% сум.	1,9	1,98	2,07	2,12	1,96
Б10-6,0%	3,20	3,25	3,35	3,49	3,22
Б10-6,2% - 60/90 +2%	2,67	2,74	2,79	2,93	2,72
Б10-6,2% - 60/90 +4%	2,25	2,31	2,41	2,47	2,28
Б10-6,2% - 60/90 +6%	1,65	1,68	1,73	1,77	1,70
Б10-6,1% - 60/90 +3% сум.	2,44	2,52	2,59	2,66	2,50
Б10-6,1% - 60/90 +6% сум.	1,84	1,92	2,01	2,06	1,90
Б20-6,0%	3,14	3,18	3,28	3,42	3,16
Б20-6,3% - 60/90 +2%	2,61	2,68	2,74	2,87	2,66
Б20-6,3% - 60/90 +4%	2,21	2,26	2,36	2,42	2,23
Б20-6,3% - 60/90 +6%	1,62	1,64	1,69	1,73	1,66
Б20-6,2% - 60/90 +3% сум.	2,40	2,47	2,54	2,60	2,45
Б20-6,2% - 60/90 +6% сум.	1,81	1,88	1,97	2,02	1,86
Щ10-6,5%	2,95	2,99	3,08	3,22	2,97
Щ10-6,8% - 60/90 +2%	2,46	2,52	2,57	2,70	2,50
Щ10-6,8% - 60/90 +4%	2,07	2,13	2,17	2,23	2,08
Щ10-6,8% - 60/90 +6%	1,52	1,55	1,59	1,63	1,56
Щ10-6,7% - 60/90 +3% сум.	2,25	2,35	2,41	2,50	2,32
Щ10-6,7% - 60/90 +6% сум.	1,70	1,77	1,85	1,89	1,78
Щ20-6,0%	2,86	2,90	2,99	3,12	2,88
Щ20-6,2% - 60/90 +2%	2,38	2,42	2,50	2,62	2,43
Щ20-6,2% - 60/90 +4%	2,01	2,04	2,10	2,16	2,02
Щ20-6,2% - 60/90 +6%	1,47	1,45	1,54	1,58	1,52
Щ20-6,1% - 60/90 +3% сум.	2,21	2,25	2,33	2,43	2,25
Щ20-6,1% - 60/90 +6% сум.	1,65	1,71	1,80	1,84	1,73

Таблиця 2 Результати визначення модуля пружності досліджуваних асфальтобетонів

Шифр асфальтобетону	Модуль пружності асфальтобетону (МПа), при відповідній температурі, °С				
	20	10	0	-10	-20
Г-7,5%	2157	3987	7385	13500	22590
Г-8,0% - 60/90+2%	2460	4583	8555	15670	25230
Г-8,0% - 60/90+4%	2628	4930	9262	17000	26720
Г-8,0% - 60/90+6%	2737	5491	11020	21020	30410
Г-7,7% - 60/90+3% сум.	2581	4785	8886	16180	25730
Г-7,7% - 60/90+6% сум.	2650	5183	10150	19130	28780
Б10-6,0%	2091	3881	7223	13288	22320
Б10-6,2% - 60/90 +2%	2334	4317	8004	14610	23920
Б10-6,2% - 60/90 +4%	2556	4746	8831	16110	25670
Б10-6,2% - 60/90 +6%	2701	5282	10340	19500	29320
Б10-6,1% - 60/90 +3% сум.	2489	4616	8577	15650	25100
Б10-6,1% - 60/90 +6% сум.	2522	4972	9818	18700	28560
Б20-6,0%	1945	3580	6608	12070	20480
Б20-6,3% - 60/90 +2%	2148	3989	7428	13650	22740
Б20-6,3% - 60/90 +4%	2336	4325	8027	14680	24070
Б20-6,3% - 60/90 +6%	2501	4853	9437	17810	27620
Б20-6,2% - 60/90 +3% сум.	2252	4224	7946	14710	24190
Б20-6,2% - 60/90 +6% сум.	2447	4769	9310	17630	27310
Щ10-6,5%	1914	3075	4949	7943	12480
Щ10-6,8% - 60/90 +2%	2099	3423	5591	9097	14410
Щ10-6,8% - 60/90 +4%	2363	3922	6520	10780	17230
Щ10-6,8% - 60/90 +6%	2689	4555	7724	13010	20950
Щ10-6,7% - 60/90 +3% сум.	2187	3598	5929	9726	15480
Щ10-6,7% - 60/90 +6% сум.	2464	4136	6953	11620	18660
Щ20-6,0%	1530	2491	4066	6627	10630
Щ20-6,2% - 60/90 +2%	1662	2749	4557	7538	12220
Щ20-6,2% - 60/90 +4%	1872	3136	5267	8816	14410
Щ20-6,2% - 60/90 +6%	2139	3651	6245	10640	17570
Щ20-6,1% - 60/90 +3% сум.	1737	2892	4826	8031	13070
Щ20-6,1% - 60/90 +6% сум.	1977	3343	5665	9565	15720

З таблиці 1 видно, що із збільшення кількості полімеру в БМП та в суміші, показник лінійного температурного деформування знижувався, що свідчить про підвищення температурної тріщиностійкості досліджуваних асфальтобетонів.

При 4 % полімеру в БМП та 3 % полімеру в асфальтобетонній суміші, показник коефіцієнта лінійного розширення для досліджуваних асфальтобетонів в середньому знизився на 30 % та 24 % відповідно.

Результати залежності коефіцієнта лінійного температурного деформування від температури та кількості полімеру показали, що ЩМА має нижчі показники в порівнянні з іншими типами асфальтобетонів. Це говорить про те, що він має вищу температурну тріщиностійкість серед досліджуваних асфальтобетонів.

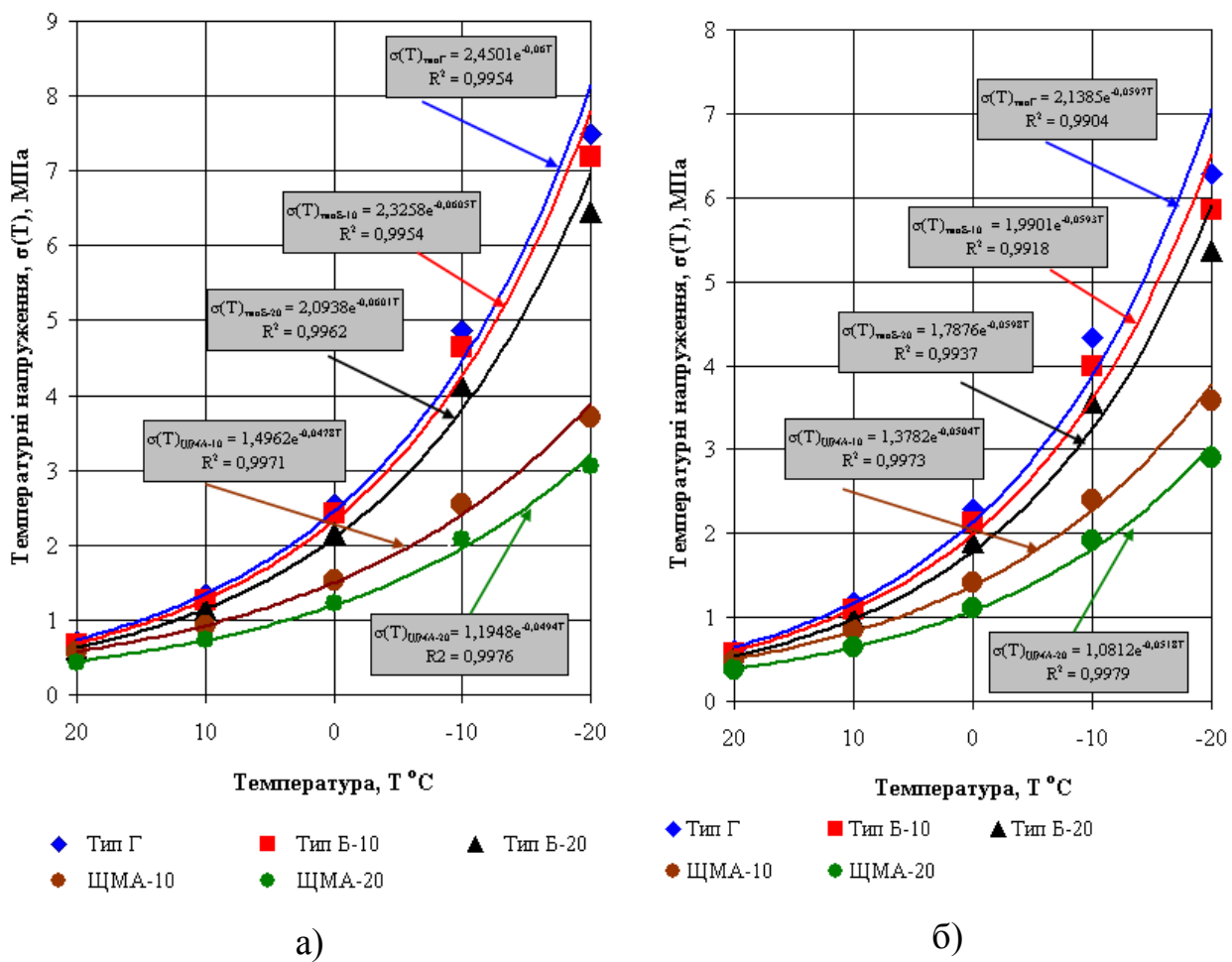


Рисунок 2 - Залежність температурних напружень асфальтобетону від зміни температури: а) досліджувані асфальтобетони на чистому бітумі; б) досліджувані асфальтобетони на основі БМП із 4 % полімеру

На основі результатів, що наведені в таблиці 1, за залежністю (2) отримано температурні напруження, за якими побудовано графіки залежностей температурних напружень $\sigma(T)$, що виникають в асфальтобетоні при зміні температури (рис. 2, 3). Згідно з даними, представленими на рис. 2, видно, що температурні напруження для асфальтобетону типу ЩМА-10 при прирості температури з -20 до 20 °С знижуються в 6,6 разів, а при використанні бітуму з 4 % полімеру – в 7,3 разів. Напруження, які виникають в асфальтобетоні типу Б-10 при температурі 10 °С в 1,15 разів більші за напруження, що виникають при використанні асфальтобетону типу Б-10 з БМП із 4 % полімеру, при тій же температурі.

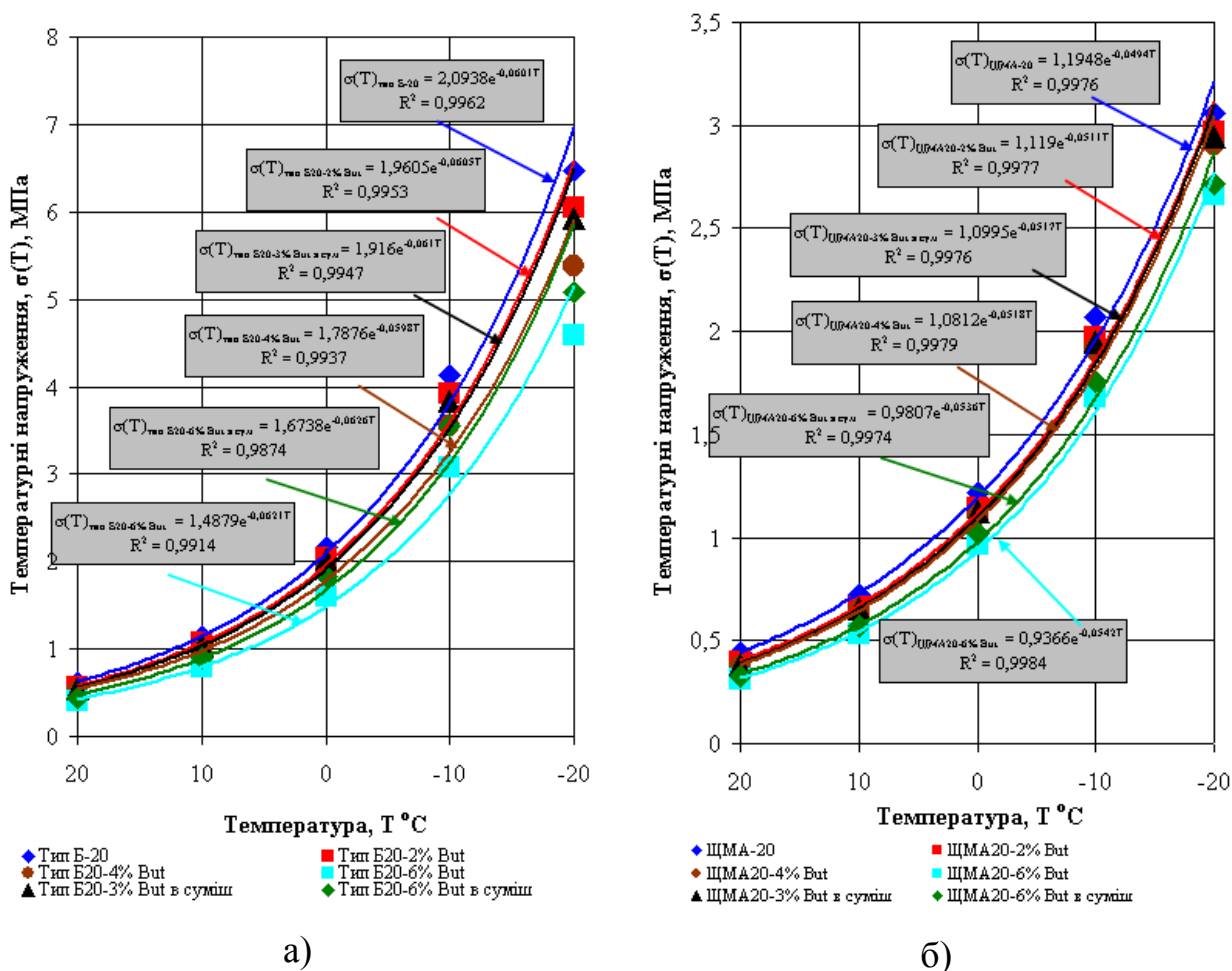


Рисунок 3- Залежність температурних напружень асфальтобетону від зміни температури та кількості полімеру: а) асфальтобетон типу Б-20; б) ЩМА-20

На рис. 2 та 3 спостерігається зниження температурних напружень в асфальтобетонах при введенні та збільшенні кількості полімерного латексу

Butonal NX4190, що в свою чергу свідчить про збільшення строку служби таких асфальтобетонів та їхнього залишкового ресурсу. Згідно з рис. 3 температурні напруження в асфальтобетоні типу Б-20 при температурі $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 10,6 разів більші ніж при температурі $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, для асфальтобетону типу Б-20 з 6 % Butonal NX4190 температурні напруження при температурі $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ складають 3,08 МПа, що 1,34 рази менше ніж для звичайного асфальтобетону типу Б-20 при тій самій температурі. Температурні напруження, що виникають в ЩМА-20 з 2% Butonal NX419 при температурі $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 1,6 разів нижче ніж для асфальтобетону типу Б-20 при однаковому вмісті полімеру і температурі випробування.

Висновок

У відповідності до вище наведеної методики були визначені показники лінійного температурного деформування асфальтобетонів, що дає змогу оцінити температурні напруження, які виникають в асфальтобетонному покритті і вже на стадії проектування вибирати відповідні типи асфальтобетонів з підвищеною тріщиностійкістю.

Література

1. Никольский Ю.Е. Исследование свойств битумоминеральных материалов при отрицательных температурах для дорожных покрытий в зоне вечной мерзлоты. - Дис. ... канд. техн. наук. - Омск, 1971. - 171 с.
2. Сюньи Г.К. Исследование трещинообразования в асфальтобетонных покрытиях под влиянием температурных напряжений. – Дис. ... канд. техн. наук. - Харьков, 1940. - 128 с.
3. Мозговой В.В. Оценка температурной трещиностойкости асфальтобетонных и дегтебетонных слоев в покрытиях автомобильных дорог: Дис. канд. техн. наук: 05.23.05. – К. - 1986. – С. 330.
4. Мозговой В.В., Бесараб О.М., Жуков О.О., Онищенко А. М. Підвищення тріщиностійкості асфальтобетонних шарів міських дорожніх одягів./ Мозговой В.В., Бесараб О.М., Жуков О.О., Онищенко А. М. // Сучасне промислове та цивільне будівництво. Макіївка. - 2006. - Том 3. - №2. - С. 82-88.
4. Онищенко А. М. Підвищення довговічності асфальтобетонних шарів за рахунок використання полімерних латексів Дис. канд. техн. наук: 05.22.11. – К., 2008. – С. 157.
5. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
6. ДСТУ Б В.2.7-127:2006. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови.