

ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КРИХКОСТІ БІТУМНИХ В'ЯЖУЧИХ

GRAPHO-ANALYTICAL METHOD OF OBTAINING THE BREAKING POINT TEMPERATURE OF BITUMEN BINDERS

Галкін А.В., к.т.н., (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Galkin A.V., Ph.D. (Eng.), (Kharkov National Automobile and Highway University)

Низькотемпературні характеристики асфальтобетонів значною мірою обумовлені реологічними властивостями в'язучих за від'ємних температур. Для попередження розтріскування асфальтобетонного покриття в зимовий період в нормативні документи в усьому світі було введено обмеження бітумних в'язучих за температурою крихкості. Але в теперішній час методи визначення температури крихкості бітумних в'язучих викликають багато суперечок.

Одним з найбільш розповсюджених методів визначення тріщиностійкості бітуму за низьких температур є метод крихкості Фрааса, стандартизований ДСТУ EN 12593:2018 [1]. Критерієм фіксації температури крихкості в цьому методі є поява тріщини (чіткої, перерізуючої) на бітумній плівці що періодично деформується за постійного зниження температури. Втім, фіксацію такої тріщини може бути ускладнено коли через структурні особливості в'язучого з'являється сітка тріщин, є віддлушування плівки в'язучого від металевої пластини, або температура, за якої повинна з'явитись тріщина, виходить за температурний діапазон на який розраховано прилад. В автоматичних приладах Фрааса використання п'єзо датчика на заміну візуальної фіксації тріщини не вирішило означену проблему – п'єзо датчик не фіксує розвиток сітки тріщин, або може спрацьовувати від зовнішнього шуму або вібрації в лабораторії. В цілому методу Фрааса притаманний значний розкид отримуваних значень, через що тривають пошуки альтернативних методів, які були б вільні від вказаних недоліків.

Заміна умовного методу (яким є метод Фрааса) на метод що ґрунтується на визначенні фундаментальної характеристики в'язучого – модулю пружності – здавався найбільш ефективним рішенням. Розробники системи оцінювання якості бітуму «Suprgrave» запропонували метод ВВР, за яким визначається температура досягнення бітумною балочкою жорсткості у 300 МПа, або певно визначеного показника повзучості під статичним навантаженням [2]. Але цей метод виявився досить

суперечливим через низьку надійність результату у разі випробування модифікованих бітумів [3, 4, 5].

Ще однією розповсюдженою альтернативою визначення температури крихкості є метод ABCD, за яким фіксується температура виникнення тріщини у бітумному кільці, розташованому на металевому циліндрі із низьким коефіцієнтом температурного розширення. Цей метод відрізняється більш низькими температурами крихкості серед інших, що ставить під сумнів доцільність застосування цього методу для прогнозування тріщиностійкості асфальтобетону [4, 5].

Існує багато інших методів оцінювання температури крихкості бітуму які з різних причин не набули широкого розповсюдження. Наразі вказані, та практично всі новітні методи, регламентують використання складної вимірювальної та випробувальної апаратури, що обмежує практичне використання методів у виробничих умовах.

Однією з перших альтернатив методу Фрааса було відносно просте визначення температури крихкості за консистентністю бітуму разом із температурною чутливістю (за індексом пенетрації – П, або числом пенетрації-в'язкості – PVN) [6]. W. Helekom [7] встановив, що за лінійності температурної залежності логарифма пенетрації та температура, за якій пенетрація складає $1,25 \times 0,1$ мм для багатьох бітумів відповідає температурі крихкості. Це положення було підтверджено в роботі [8], де для немодифікованих бітумів різного походження було знайдено температуру крихкості запропонованим графо-експериментальним методом (рис. 1) та методом Фрааса та показано високу кореляцію обох показників.

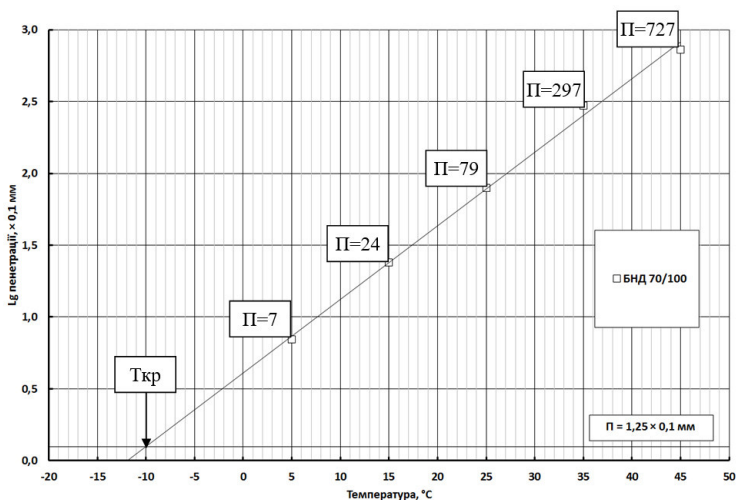


Рис. 1. Приклад знаходження температури крихкості за температурно-пенетраційною залежністю

Проте, відкритим залишилось питання можливості застосування графо-експериментального методу для модифікованих полімером бітумів. Виходячи з цього в представленому дослідженні було проаналізовано чотири бітумні в'язучі, отримані з однієї сировини, та модифіковані 3 та 6 відсотками блоксополімеру стирол-бутадієн-стиролу (табл. 1).

Таблиця 1
Властивості бітумів, модифікованих полімером СБС 1101

Вихідне в'язуче	Кількість полімеру	Пенетрація при T °C, 0,1 мм					T _p , °C	T _{кр} , °C	T _{кр} ^p , °C	T _{кр} -T _{кр} ^p , °C
		5	15	25	35	45				
гудрон	0	32	124	435			34	-22	-20	-2
	3	22	77	252			47,4	-17	-18,7	1,7
	6	21	67	164	290	570	89,4	-19	-43,0	24
БНД 150/220	0	19	57	174	594		41,3	-19	-18,6	-0,4
	3	14	44	144	288	726	46,4	-18	-21,1	3,1
	6	16	34	72	131	224	79,2	-20	-38,7	18,7
БНД 70/100	0	12	33	89	235	700	46,4	-18	-17,3	-0,7
	3	12	28	67	148	348	54,3	-15	-22,0	7
	6	10	23	48	97	178	76,6	-26	-28,0	2
БНД 50/70	0	9	22	50	124	291	54,9	-14	-17,8	3,8
	3	9	22	41	79	181	62,8	-13	-23,0	10
	6	7	18	34	60	109	84,6	< -40	-29,9	> -10

Отримані результати вказують на відносну близькість температур крихкості, отриманих обома методами, для бітумів вихідних та модифікованих 3 відсотками полімеру. При переході до високої кількості полімеру (6 %) узгодженість температур починає падати. Температура крихкості, визначена методом Фрааса (T_{кр}) є чутливою до інверсії фаз, мало змінюючись поки середовищем є бітумна складова. Після того як безперервним середовищем на мікрорівні стає насичений бітумними маслами полімер, температура крихкості різко знижується. Натомість температура крихкості знайдена графо-експериментальним методом (T_{кр}^p) не вказує на таку поведінку в'язучого за інверсії фаз. Через це необхідно обмежувати використання графо-експериментального методу як альтернативи методу Фрааса для високомодифікованих полімером бітумів.

Можливість використання графо-експериментального методу для оцінювання температури крихкості було перевірено також для бітумів, модифікованих енергозберігаючими домішками типу синтетичних восків (табл. 2). Отримані данні для бітуму модифікованого восками Licomont, Sasobit та Sarawax у кількості 2 та 3 відсотки дозволяють зробити висновок щодо можливості подібної заміни. Узгодженість результатів

Органічні і мінеральні в'язучі та дорожні бетони на їх основі

спостерігається подібною для немодифікованого бітуму, що свідчить на користь графо-експериментального методу.

Таблиця 2

Температурно-пенетраційні властивості в'язучих з 2 % та 3 % добавок
Licomont, Sasobit та Sarawax

Структуруюча добавка, %	0	Licomont		Sasobit		Sarawax	
		2	3	2	3	2	3
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	98	75	65	57	48	58	43
Температура розм'якшеності, °С	46,9	61,2	83,2	62,1	74	66,6	78
Температура крихкості (T _{кр}), °С	-16	-18,5	-16,5	-15	-15,5	-16,5	-16,5
Пенетрація, 0,1 мм, за °С	5	11	13	11	11	11	12
	15	31	27	27	23	24	23
	25	98	75	65	57	48	58
	35	-	208	184	190	139	180
Температура крихкості (T _{кр} ^р), °С	-14,7	-19,2	-18,0	-16,8	-20,6	-18,7	-18,0
T _{кр} – T _{кр} ^р , °С	-1,3	0,7	1,5	1,8	5,1	2,2	1,5

Список використаних джерел

1. ДСТУ EN 12593:2018. Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури крихкості за методом Фрааса (EN 12593:2015, IDT) [Чинний з 2019-01-06]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2019. 18 с.
2. ДСТУ EN 14771:2019 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення жорсткості під час випробування на повзучість за згину з використанням балочного реометра (EN 14771:2012, IDT) [Чинний з 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ. 2020. 20 с.
3. Velasquez R., Tabatabaee H., Bahia H. Low temperature cracking characterization of asphalt binders by means of the single-edge notch bending (SENB) test. *Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists*. 2011. № 80. P. 583–614.
4. Eckmann B., Largeaud S., Rooijen R.V., Planque L., Farrar M., Planche J.-P. New bitumen performance indicators - a feasibility study. *Proceedings of the 6th Eurasphalt & Eurobitume*. 2016.
5. Jellema E. Comparing cold performance results using fracture toughness test, asphalt binder cracking device, Fraass breaking point and bending beam rheometer / Erica Jellema, Erik Scholten, Sherida De Vries, Sang Soo Kim, Bob Klutz // *Proceedings from 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress*. – 2012.
6. McLeod N.W., The Case for Grading Asphalt Cements by Penetration. Development of an Asphalt Binder Cracking Device Final Report for Highway IDEA Project 99 Prepared by Sang-Soo Kim, Department of Civil Engineering, Ohio University, Athens, OH. 1975. P. 251-302.
7. Hekelom W. Une methode amelieoree de caracterisation des bitumes par leurs proprietes mecaniques. *Bull. Liasion Labo. P. Et Ch*. 1975. № 76, P. 55-64.
8. Пыриг Я.И. Определение температуры хрупкости графо-экспериментальным методом. *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. 2011. №. 1. С. 147-151.