



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **155057** (13) **U**  
(51) МПК (2024.01)  
**G01N 33/42** (2006.01)  
**G01N 3/00**  
**G01N 3/18** (2006.01)  
**G01N 17/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>а 2020 04911</b>	(72) Винахідник(и): <b>Золотарьов Віктор Олександрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>30.07.2020</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Золотарьов Віктор Олександрович,</b> вул. Владислава Зубенка, 19, кв. 153, м. Харків, 61170 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>18.01.2024</b>	
(41) Публікація відомостей про заявку: <b>02.02.2022, Бюл.№ 5</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>17.01.2024, Бюл.№ 3</b>	

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КРИХКОСТІ ДОРОЖНИХ БІТУМНИХ В'ЯЖУЧИХ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення температури крихкості  $T_{кр800}$  бітумних в'язучих з урахуванням температури розм'якшення за пенетрацією 800 дмм ( $T_{p800}$ ), необхідної для запобігання тріщиноутворення в асфальтобетонних покриттях. Додатково на основі експериментально-розрахункового методу пенетрації при 25 °С визначають екіпенетраційну температуру ( $T_{31}$ ), що відповідає пенетрації 31 дмм. Температуру крихкості розраховують за формулою:  $T_{кр800}=2T_{31}-T_{p800}$ .

UA 155057 U



Корисна модель належить до способів визначення температури крихкості бітумних в'язучих, що отримані окисленням залишків атмосферно-вакуумної перегонки нафт, за технологією глибокої вакуумної дистиляції нафт, компаундуванням бітумів різної консистенції, в'язучих на основі бітумів з добавками полімерів та енергозберігаючих добавок, і може використовуватись для оцінки якості бітумних в'язучих на стадії їх виготовлення, прийнятно-здавальних робіт, при арбітражному контролі якості, при призначенні для використання в регіональних кліматичних умовах відповідно до районування території України за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття згідно ДСТУ Б В.2.7-119:2011 "Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний".

Обов'язкові вимоги до властивостей бітумів, що забезпечують їх якість, нешкідливість або безпечність для населення та довкілля викладено в ДСТУ 4044-2020 [1]. Вимоги до бітумів, модифікованих полімерами (БМП), викладені у ДСТУ [2], а бітумів з добавками у [3]. Одним із показників всіх цих в'язучих є температура крихкості (показник, нормований ДСТУ), який характеризує здатність бітумного в'язучого забезпечувати тріщиностійкість асфальтобетону. Температуру крихкості в стандарті нормується диференційовано для кожної марки в'язучого.

Температура крихкості залежить від сировини, з якої виготовляють бітум, від технології виготовлення (дистиляція, окислення, компаундування), від вуглеводневого складу бітумного в'язучого. Чим нижче консистенція в'язучого, тобто більше його глибина проникнення голки, тим нижче температура крихкості, тим більш тріщиностійким в зимових умовах буде асфальтобетонне покриття. Чим більше в бітумі низькомолекулярних вуглеводнів або термоеластопластичних полімерів, тим нижча температура крихкості, яка принаймні має відповідати вимогам ДСТУ 4044-2020 або перевищувати їх.

Оскільки температура крихкості є базовим в аспекті передбачення тріщиностійкості асфальтобетону показником, він є обов'язковим для визначення на всіх життєвих стадіях бітумного в'язучого (після виготовлення, транспортування та зберігання у бітумосховищах). Тим не менш, виконання цієї вимоги стандарту пов'язане з декількома труднощами. Перш за все, далеко не всі дорожні лабораторії забезпечені необхідним обладнанням, по-друге, показник крихкості у випадку бітумних в'язучих з полімерними або штучно-восковими (енергозберігаючими) добавками не дає об'єктивних результатів.

Найближчим аналогом до корисної моделі є спосіб визначення температури розм'якшеності за температурною залежністю пенетрації як точки, в якій ця залежність перетинається з пенетрацією 800 дмм [4]. В цій роботі показано, що температура розм'якшеності бітумів відповідає пенетрації 800 дмм, а температура крихкості відповідає пенетрації 1,25 дмм.

В основу корисної моделі поставлена задача отримання стандартизованого показника якості бітумного в'язучого шляхом визначення температури крихкості як точки перетину температурної залежності пенетрації з пенетрацією, що дорівнює 1,25 дмм.

При такому значенні пенетрації бітум перетворюється в крижке тіло з модулем пружності, близьким до 100 МПа, що відповідає європейській системі оцінки температури крихкості бітумних в'язучих [5]. В системі оцінки якості бітумів SHRP Superpave [6] за температуру крихкості бітумних в'язучих також прийнято температуру, при якій модуль пружності відповідає певному значенню модуля пружності.

В результаті досліджень встановлено, що температурні залежності пенетрації різних бітумів пересікаються в точці, при якій пенетрація дорівнює 31 дмм. Для різних бітумів існує своя температура, яка відповідає цій пенетрації. Після приведення температурної залежності різних бітумів до температури  $T_{31}$  і прийняття температури приведення рівною нулю отримано:

$$T_{31} = \frac{T_{кр}^{800}}{2}, \quad (1)$$

$$\text{відповідно } T_{кр}^{800} = 2T_{31} - T_{800}. \quad (2)$$

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення температури крихкості  $T_{кр800}$  бітумних в'язучих з урахуванням температури розм'якшення за пенетрацією 800 дмм ( $T_{р800}$ ), необхідної для запобігання тріщиноутворення в асфальтобетонних покриттях, згідно з корисною моделлю, додатково на основі експериментально-розрахункового методу пенетрації при 25 °C визначають еквіпенетраційну температуру ( $T_{31}$ ), що відповідає пенетрації 31 дмм, після чого температуру крихкості розраховують за формулою:

$$T_{кр800} = 2T_{31} - T_{р800}.$$

Спосіб визначення температури крихкості реалізують у такій послідовності. В'язуче, щодо якого необхідно визначити  $T_{кр}^{800}$ , випробують на визначення глибини проникнення голки за методом ДСТУ EN 1426 [7] при температурах 15 °C, 25 °C, та 35 °C. За прямолінійною

залежністю визначають  $T_{31}$  та  $T_{800}$ . Після цього за формулою  $T_{кр}^{800} = 2T_{31}^{800} - T_{800}$  визначають відповідну температуру крихкості.

Перевірка способу визначення  $T_{кр}$  експериментально-розрахунковим способом здійснювалась порівнянням отриманої температури крихкості  $T_{кр}^{800}$  з температурою крихкості ( $T_{кр}^e$ ), визначеної методом Фрааса за ДСТУ [8]. Для цього використані різноманітні бітумні в'язучі (власно бітуми окислені та дистиляційні, бітумополімерні в'язучі, бітуми з добавкою штучного воску) таблиця 1.

Таблиця 1

$P_{25}$ , дмм	$T_{800}$	$T_{31}^{800}$	$T_{кр}^{800}$	$T_{кр}^e$	В'язуче
89	46,5	14,5	-17,5	-18,0	Бітум окислений
67	52,0	17	18,0	-19,3	Бітум з 3 % полімеру SBS
49	69,0	18,0	-33,0	-34,0	Бітум з 6 % SBS
145	38,5	11	-16,5	-15,0	Бітум дистиляційний
77	53,5	12	-29,5	-30,0	Бітум з 8 % SBS

Отримані порівняльні дані свідчать про те, що температури крихкості, отримані за запропонованим способом та експериментально відповідно до ДСТУ, відрізняються не більш ніж на  $\pm 1$  °С.

Корисна модель дає можливість отримання стандартизованого показника якості бітумного в'язучого за метричною розмірністю температури, нормованою Міжнародною системою одиниць (Si); призначення за цим показником бітуму, який відповідає кліматичного району, визначеному за мінімальними зимовими температурами; спрощення визначення температури крихкості без використання складного імпортного обладнання.

Джерела інформації:

1. ДСТУ 4044-2020 "Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови".
2. ДСТУ Б В.2.7-135:2014 "Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови". - Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. - 28 с
3. ДСТУ Б В.2.7-313:2016 "Бітуми дорожні, модифіковані комплексами добавок. Технічні умови" - Київ: Мін регіон України, 2017. - 14 с.
4. W.Heukelom Une methode ameliee de caracterisation des bitumes par leurs propriete mecanique Bull liaison labo. P.et N 76. 1975. P.55-64.
5. ДСТУ EN 12593:2018 (EN 12593:2015, IDT) "Бітуми та бітумні в'язучі. Визначення температури крихкості за методом Фрааса".
6. 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).

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення температури крихкості  $T_{кр800}$  бітумних в'язучих з урахуванням температури розм'якшення за пенетрацією 800 дмм ( $T_{p800}$ ), необхідної для запобігання тріщиноутворення в асфальтобетонних покриттях, який **відрізняється** тим, що додатково на основі експериментально-розрахункового методу пенетрації при 25 °С визначають еквіпенетраційну температуру ( $T_{31}$ ), що відповідає пенетрації 31 дмм, після чого температуру крихкості розраховують за формулою:  $T_{кр800}=2T_{31}-T_{p800}$ .

