



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162186** (13) **U**  
(51) МПК

**G01N 11/08** (2006.01)

**G01N 3/24** (2006.01)

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

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2025 01408</b>	(72) Винахідник(и): <b>Золотарьов Віктор Олександрович (UA), Маляр Володимир Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>31.03.2025</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>05.03.2026</b>	(74) Представник: <b>Азарова Алла Володимирівна</b>
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>04.03.2026, Бюл.№ 9</b>	

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕННЯ ЗСУВУ БІТУМІВ ЗА ЇХ ТЕМПЕРАТУРНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення напруження зсуву нафтових дорожніх бітумів за їх температурною чутливістю включає підготовку зразка бітуму, його випробування на визначення температури розм'якшеності та температури крихкості з використанням стандартного лабораторного обладнання, фіксування отриманих значень. Подальше визначення температурної чутливості матеріалу і напруження зсуву при будь-якій температурі в межах експлуатаційного діапазону за формулами:

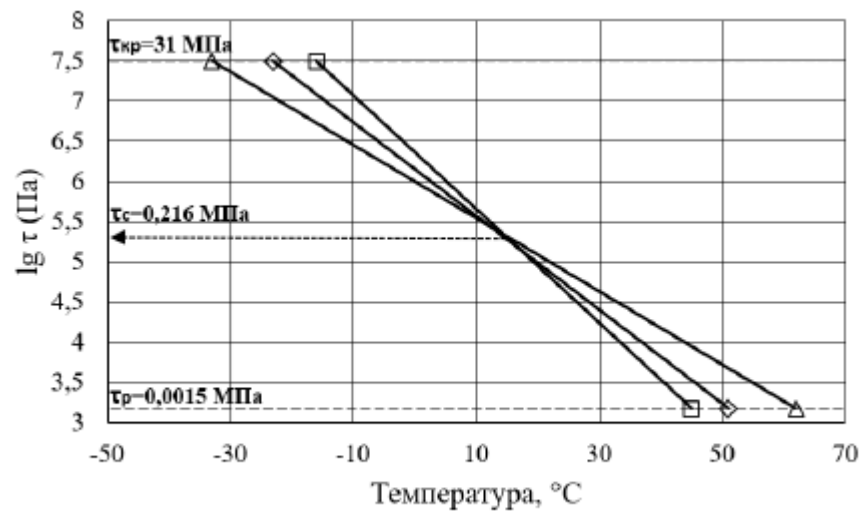
$$\tau_T = \frac{\tau_p}{T_p - T_{кр}}, 1/\text{град} \quad (1),$$

$$T_a = (T_p + T_{кр})/2, \text{град} \quad (2),$$

$$\tau_T = 10^{5,333 + (T_a - T) \cdot TS}, \text{Па} \quad (3),$$

де  $TS$  – температурна чутливість,  $T_p$  – температура розм'якшеності,  $T_{кр}$  – температура крихкості,  $T_a$  – середня температура інтервалу пластичності,  $\tau_T$  – напруження зсуву при довільній температурі  $T$ .

UA 162186 U



Корисна модель належить до галузі дорожнього будівництва і стосується методів визначення реологічних і міцнісних характеристик нафтових дорожніх бітумів. Спосіб може бути використаний у лабораторіях контролю якості у дорожньо-будівельній галузі, при проєктуванні асфальтобетонних сумішей, оцінюванні експлуатаційних властивостей в'язучих матеріалів та прогнозуванні зсувостійкості дорожніх покриттів.

Аналогами корисної моделі є способи визначення властивостей бітумів, що передбачають вимірювання глибини проникнення голки та температури розм'якшеності за методом "кільце і куля"  $T_p$  [1, 2]. Також застосовується метод визначення температури крижкості за Фраасом  $T_{кр}$  [3]. Ці методи дозволяють частково оцінити консистенцію бітумів та їх температурну чутливість за індексом пенетрації [4] в діапазоні температур від  $25\text{ }^\circ\text{C}$  до  $T_p$ , але вони не забезпечують визначення напруження зсуву у всьому робочому температурному діапазоні.

Аналогом також є спосіб за патентом [5], у якому встановлено зв'язок між пенетрацією та когезійною міцністю. Однак він також не забезпечує можливості визначити напруження зсуву при будь-якій температурі експлуатації асфальтобетонного покритву, оскільки прив'язаний до окремих експериментальних точок.

Найближчий аналог відсутній.

В основу корисної моделі поставлена задача забезпечення можливості визначення напруження зсуву нафтових дорожніх бітумів у широкому температурному діапазоні.

Встановлено, що температура розм'якшеності відповідає умовному напруженню зсуву близько  $0,0015\text{ МПа}$ , а температура крижкості – близько  $31\text{ МПа}$ . Діапазон між цими двома станами охоплює експлуатаційний інтервал температур асфальтобетонів. Залежність напруження зсуву від температури має логарифмічний характер, тому поставлена задача вирішується експериментальним способом на основі визначення температури розм'якшеності і температури крижкості, та подальшим розрахунком напруження зсуву.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення напруження зсуву нафтових дорожніх бітумів за їх температурною чутливістю включає підготовку зразка бітуму, його випробування на визначення температури розм'якшеності та температури крижкості з використанням стандартного лабораторного обладнання, фіксування отриманих значень та подальше визначення температурної чутливості матеріалу і напруження зсуву, при будь-якій температурі в межах експлуатаційного діапазону за формулами:

$$TS = \frac{4,315}{T_p - T_{кр}}, \text{ 1/град (1),}$$

$$T_a = (T_p + T_{кр})/2, \text{ град (2),}$$

$$\tau_T = 10^{5,333 + (T_a - T) \cdot TS}, \text{ Па (3),}$$

де  $TS$  – температурна чутливість,  $T_p$  – температура розм'якшеності,  $T_{кр}$  – температура крижкості,  $T_a$  – середня температура інтервалу пластичності,  $\tau_T$  – напруження зсуву при довільній температурі  $T$ .

Суть способу полягає у використанні температурної чутливості бітуму, визначеної за експериментальними значеннями температур  $T_p$  та  $T_{кр}$ . Це дозволяє встановити логарифмічну залежність між температурою та напруженням зсуву для конкретного бітуму без додаткових реологічних випробувань.

Корисна модель пояснюється графічним зображенням, де на Фігурі зображено визначення напруження зсуву бітумів трьох структурних типів ( $\Delta$  – Гель;  $\square$  – Золь;  $\diamond$  – Золь-Гель).

Для будь-якого бітуму середина цього інтервалу дорівнює значенню напруження:

$$\tau_c = \sqrt{\tau_p \cdot \tau_{кр}} = \sqrt{0,0015 \cdot 31} = 0,216\text{ МПа}$$

де  $\tau_p$  – напруження при температурі розм'якшеності;  $\tau_{кр}$  – напруження при температурі крижкості.

Спосіб здійснюють наступним чином:

1. Підготовка зразка бітуму.

Бітум нагрівають до текучого стану, перемішують, заливають у стандартні форми та охолоджують відповідно до вимог [6].

2. Визначення температури розм'якшеності  $T_p$ .

Випробування проводять відповідно до ДСТУ EN 1427 із використанням приладу "Кільце і куля".

3. Визначення температури крижкості  $T_{кр}$ .

Випробування проводять відповідно до ДСТУ EN 12593 на приладі Фрааса.

4. Розрахунок температурної чутливості бітуму:

$$TS = \frac{4,315}{T_p - T_{кр}}, 1/\text{град} \quad (1),$$

5. Визначення середньої температури інтервалу пластичності:

$$T_a = (T_p + T_{кр})/2, \text{ град} \quad (2),$$

6. Розрахунок напруження зсуву при довільній температурі T:

$$\tau_T = 10^{5,333+(T_a-T)TS}, \text{ Па} \quad (3)$$

Температура T вибирається у межах експлуатаційного інтервалу від  $T_{кр}$  до  $T_p$  (наприклад, від  $-30^\circ\text{C}$  до  $+60^\circ\text{C}$  для більшості дорожніх бітумів).

Технічний результат. Здійснення корисної моделі забезпечує:

- можливість визначення напруження зсуву бітуму при будь-якій температурі в межах інтервалу пластичності, що недоступно для стандартних методів випробувань;
- зменшення кількості механічних лабораторних вимірювань за рахунок використання експериментально-розрахункової процедури;
- підвищення точності оцінювання температурної залежності напруження зсуву, що є необхідним для подальшого прогнозування зсувостійкості асфальтобетонних покриттів.

Досягнення технічного результату забезпечується тим, що спосіб включає як практичні (експериментальні), так і розрахункові операції, які виконуються над матеріальним об'єктом – зразком нафтового дорожнього бітуму.

Джерела інформації:

1. ДСТУ EN 1426:2018. Бітуми та бітумні в'язучі. Визначення пенетрації голки. – [Чинний від 2019-01-01]. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2018 р. С. – 10.
2. ДСТУ EN 1427:2018. Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі (EN 1427:2015, IDT). – [Чинний від 2019-06-01]. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2019 р. С. – 16.
3. ДСТУ EN 12593:2018. Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури крижкості за методом Фрааса (EN 12593:2015, IDT). – [Чинний від 2018-06-01]. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2019 р. С. – 14.
4. ДСТУ 4044:2019. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. – [Чинний від 2020-05-01]. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2020 р. С. – 11.
5. Золотарьов В. О. Спосіб визначення напруження зсуву бітумів нафтових дорожніх: патент України на корисну модель № 141961 U, опубл. 12.05.2020 р., Бюл. № 9.
6. ДСТУ EN 12594:2018. Бітум та бітумні в'язучі. Підготування проб для випробування (EN 12594:2014, IDT). – [Чинний від 2019-06-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2018 р. С. – 6.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення напруження зсуву нафтових дорожніх бітумів за їх температурною чутливістю, що включає підготовку зразка бітуму, його випробування на визначення температури розм'якшеності та температури крижкості з використанням стандартного лабораторного обладнання, фіксування отриманих значень та подальше визначення температурної чутливості матеріалу і напруження зсуву, при будь-якій температурі в межах експлуатаційного діапазону за формулами:

$$TS = \frac{4,315}{T_p - T_{кр}}, 1/\text{град} \quad (1)$$

$$T_a = (T_p + T_{кр})/2, \text{ град} \quad (2)$$

$$\tau_T = 10^{5,333+(T_a-T)TS}, \text{ Па} \quad (3)$$

де TS - температурна чутливість,  $T_p$  - температура розм'якшеності,  $T_{кр}$  - температура крижкості,  $T_a$  - середня температура інтервалу пластичності,  $\tau_T$  - напруження зсуву при довільній температурі T.

