



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **141961** (13) **U**
(51) МПК (2020.01)
G01N 3/00
G01N 33/42 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 08205	(72) Винахідник(и): Золотарьов Віктор Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 15.07.2019	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2020	вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), Золотарьов Віктор Олександрович,
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2020, Бюл.№ 9	вул. Владислава Зубенка, 19, кв. 153, м. Харків, 61117 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕННЯ ЗСУВУ БІТУМІВ НАФТОВИХ ДОРОЖНІХ

(57) Реферат:

Спосіб визначення напруження зсуву бітумів нафтових дорожніх включає визначення експериментальних показників глибини проникнення голки, температури розм'якшеності, індексу пенетрації бітуму, необхідного для прогнозування експлуатаційних властивостей асфальтобетонів в покритті. Додатково визначають індекси течії, екіпетраційні швидкості і напруження зсуву при температурі 25 °С і швидкості зсуву, рівній 1 с⁻¹, після чого встановлюють напруження зсуву.

UA 141961 U

UA 141961 U

Корисна модель належить до способу визначення напруження зсуву нафтових дорожніх в'язких бітумів, що отримані окисленням залишків атмосферно-вакуумної перегонки нафт або глибокою вакуумною дистиляцією важких нафт, і може використовуватись при дослідженні властивостей дорожньо-будівельних матеріалів на їх основі, зокрема для прогнозування і розрахунку зсувостійкості асфальтобетонів, що необхідно для попередження утворення пластичних нерівностей у вигляді хвиль та колій, які знижують комфортабельність руху транспортних засобів, підвищують здороження вартості перевозок та небезпеку руху.

Обов'язкові вимоги до властивостей бітумів, що забезпечують їх якість, нешкідливість або безпечність для населення та довкілля, викладено в ДСТУ 4044-2001 [1]. Одним із показників якості бітуму є глибина проникності голки (ГПГ) (показник 1 ДСТУ), який характеризує його консистенцію в умовних одиницях - дециміліметрах (дм) та визначається відповідно до ДСТУ [2]. За показником ГПГ дорожні бітуми в ДСТУ 4044-2001 розподіляються за марками від 40 дм до 200 дм.

Глибина проникності голки залежить від вуглеводневого складу бітуму. Зі збільшенням у бітумі масел та зменшенням вмісту асфальтенів і смол консистенція бітуму зменшується. Зі зменшенням консистенції глибина проникності голки збільшується. В усьому світі показник глибини проникності вважається ведучим показником якості бітумів. За показником ГПГ передбачають здатність асфальтобетону на основі бітумів забезпечувати стійкість дорожніх покриттів протидіяти виникненню різних видів руйнувань, насамперед пластичних деформацій, що призводить до виникнення колій, хвиль, зсувів. Отже, показник ГПГ сприймається як показник когезійної міцності бітуму. Значення істинної міцності (когезії) бітуму визначається експериментально за методом зсуву тонкого його шару, розміщеного між паралельними поверхнями. В Міжнародній системі одиниць (SI) міцність визначається в паскалях (ньютон на квадратний метр). Саме в цих одиницях розраховується міцність різноманітних деталей та конструкцій, у тому числі і дорожніх покриттів, основним в'язучим є бітум. Виходячи з цього, глибина проникності голки не може використовуватись для розрахунку міцності асфальтобетону та конструкції дорожнього одягу.

Найближчим аналогом може бути спосіб визначення в'язкості [3], методом ротаційної віскозиметрії при деформуванні зразка бітуму зі швидкістю 0,1 с та температурі 25 °С у кільцевому зазорі або при плоско-паралельному зсуві шару бітуму між двома твердими поверхнями. На основі співставлення показників пенетрації бітумів з їх в'язкістю в [3] виведено емпіричну формулу розрахунку в'язкості (G. Carre, D. Laurent /Relation entre la penetration et la viscosite des Bitumes //Bulletin de l'AFTP N 159. - 1963. - 56 p.), [3]. У даній роботі експериментально визначалась в'язкість бітуму за відомим напруженням та швидкістю зсуву, яка порівнювалась з пенетрацією. У корисній моделі вирішується зворотна задача - визначають напруження зсуву бітуму за пенетрацією.

В основу корисної моделі поставлена задача визначити напруження зсуву бітуму за значеннями показника ГПГ при температурі 25 °С та швидкості деформування 1 с⁻¹.

Поставлена задача вирішується експериментально-графічним способом на основі використання запропонованих залежностей індексу течії (I_T) бітуму від індексу пенетрації (ІП), а також еків'язувних напружень (τ_e) і еків'язких швидкостей зсуву ($\dot{\gamma}_e$) бітуму від глибини проникності бітуму.

Спосіб реалізують експериментально-розрахунковим методом у такій послідовності.

Бітум, щодо якого необхідно визначити напруження зсуву, випробують на визначення глибини проникності голки за методом ДСТУ EN 1426 [2] та температури розм'якшеності за методом ДСТУ EN 1427 [4]. За цими показниками визначають індекс пенетрації (ІП) бітумів, використовуючи формулу, наведену у ДСТУ 4044-2001 "Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови" [1]:

$$IP = \frac{20T_p + 500P_{25} - 1952}{T_p - 50 \lg P_{25} + 120}, \quad (1)$$

де T_p - температура розм'якшеності, °С,

P_{25} - глибина проникнення голки при температурі 25 °С, 0,1 мм.

Після цього на Фіг. 1 (показано залежність індексу течії (I_T) від індексу пенетрації (ІП) або формулою 2 визначають індекс течії бітуму:

$$I_T = 0,64 \cdot e^{-0,2 \cdot IP}, \quad (2)$$

де I_T - індекс течії,

IP - індекс пенетрації.

Далі на Фіг. 2 (показано залежність еквісусвних напружень від пенетрації) або формулою 3 визначають еквіпенетраційне напруження бітуму, а на Фіг. 3 (показано залежність еквісусвних швидкостей деформації від пенетрації) або формулою 4 визначають еквіпенетраційну швидкість зсуву бітуму:

$$\tau_e = -131 \cdot \lg P_{25} + 6,78, \quad (3)$$

де τ_e - еквіпенетраційне напруження бітуму, МПа.;

$$\dot{\gamma}_e = 105 \cdot \lg P_{25} - 2,87, \quad (4)$$

де $\dot{\gamma}_e$ - еквіпенетраційна швидкість зсуву бітуму, c^{-1} .

За встановленими таким чином показниками розраховують напруження зсуву бітуму при швидкості зсуву τ_1 , що дорівнює $1 c^{-1}$ за формулою:

$$\tau_1 = \tau_e \cdot \dot{\gamma}_e^{-I_T}, \quad (5)$$

Перевірка способу визначення напруження зсуву бітуму експериментально-розрахунковим способом здійснювалась порівнянням отриманих результатів зі значеннями напруження зсуву бітумів, визначених експериментально методом одноплщинного зсуву бітуму в тонкому шарі, а також методом зсуву в ротаційному віскозиметрі [5]. Для цього використані бітуми різних марок та походження (окислені та дистильційні Таблиця)

Таблиця

Експериментальні і розрахункові значення напруження зсуву

P_{25} , дм	IP	I_T	$\dot{\gamma}_e$, c^{-1}	τ_e , МПа	τ_p , МПа	τ_e , МПа	Розбіжність, %
110	-1,1	0,86	0,177	0,011	0,044	0,050	13
113	+2,7	0,3	0,177	0,011	0,022	0,020	9
54	-1,5	0,85	0,1	0,032	0,26	0,22	15
54	+3,6	0,31	0,1	0,032	0,064	0,066	3
46	-0,4	0,78	0,052	0,35	0,35	0,32	9
48	+1,5	0,44	0,052	0,035	0,128	0,120	6
79	-1,55	0,85	0,126	0,019	0,115	0,112	3

Отримані порівняльні дані свідчать про те, що розрахункові та експериментальні значення напружень зсуву бітуму знаходяться в межах похибки, що не перевищує 15 %.

Технічний результат, що досягається при реалізації запропонованого способу, - можливість встановлення опору (напруження) зсуву бітумів за метричною розмірністю напруження, нормованою Міжнародною системою одиниць (SI), при температурі 25 °C та завданій швидкості деформування (зсуву) бітуму. Прогнозування та розрахунок міцності дорожнього асфальтобетону на зсув.

Джерела інформації:

1. ДСТУ 4044-2001 "Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови".
2. ДСТУ EN 1426:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки (пенетрації) (EN 1426:2015, IDT).
3. G.Carre, D.Laurent Relation entre la penetration et la viscosite des Bitumes //Bulletin de l'AFTP N 159. - 1963. - p. 56. ДСТУ.
4. ДСТУ EN 1427:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі (EN 1427:2015, IDT).

5. Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А.И. Ротационные приборы. М.: Машиностроение - 1968 г.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб визначення напруження зсуву бітумів нафтових дорожніх, що включає визначення експериментальних показників глибини проникнення голки, температури розм'якшеності, індексу пенетрації бітуму, необхідного для прогнозування експлуатаційних властивостей асфальтобетонів в покритті, який **відрізняється** тим, що додатково визначають індекси течії, еквіпенetraційні швидкості і напруження зсуву при температурі 25 °С і швидкості зсуву, рівній 1 с⁻¹, після чого встановлюють напруження зсуву за наступними формулами:

10

$$I_T = 0,64 \cdot e^{-0,2\Pi}$$

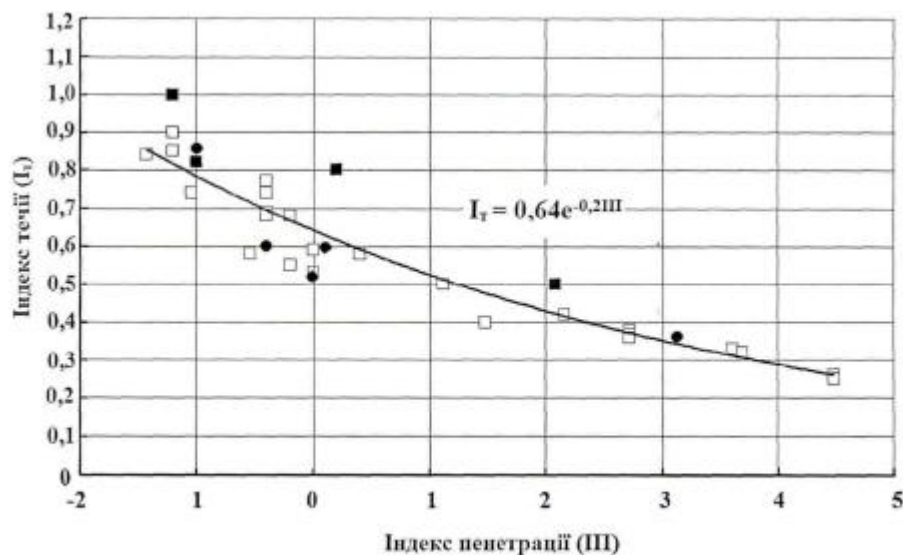
$$\tau_e = -1,31 \cdot \lg \Pi_{25} + 6,78$$

$$\dot{\gamma}_e = 1,05 \cdot \lg \Pi_{25} - 2,87$$

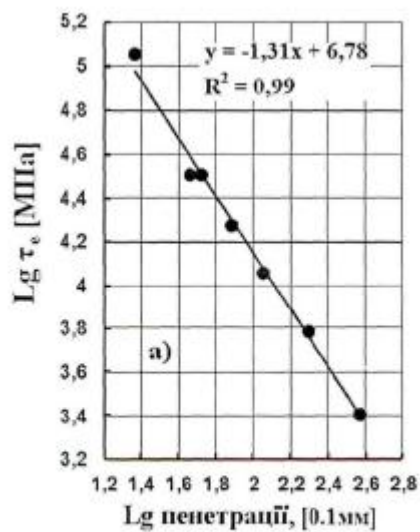
15

$$\tau_1 = \tau_e \cdot \dot{\gamma}_e^{-1}$$

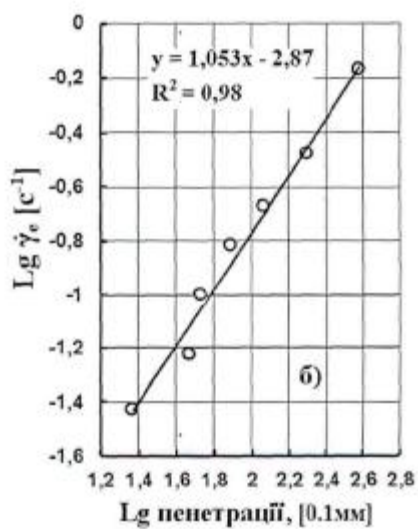
де I_T - індекс течії, Π - індекс пенетрації; τ_e - еквіпенetraційне напруження бітуму, Π_{25} - глибина проникнення голки при температурі 25 °С; $\dot{\gamma}_e$ - еквіпенetraційна швидкість зсуву бітуму; τ_1 - швидкість зсуву.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601