



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ДСТУ EN 12697-46:201_
(EN 12697-46:2012, IDT)**

**Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих
асфальтобетонних сумішей.**

**Частина 46. Визначення температурної тріщиностійкості при
осьовому розтягуванні
(Проект, перша редакція)**

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
201_

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М. П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди».

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від «___» _____ р. № _____ з 201X-XX-XX

3 Національний стандарт відповідає EN 12697-46:2012 Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 46: Low temperature cracking and properties by uniaxial tension tests (Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 46. Визначення температурної тріщиностійкості при осьовому розтягуванні). Усі права щодо використання європейських стандартів у будь-якій формі й будь-яким способом залишаються за CEN

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України

5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей національний стандарт належить державі.

**Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
здля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи.**

ДП «УкрНДНЦ», 201X

Зміст

	C.
Національний вступ.....	V
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	2
3 Терміни та визначення понять	2
4 Принцип.....	4
5 Обладнання.....	6
5.1Випробувальне обладнання для проведення UTST, TSRST, RT та TCT.....	6
5.2 Випробувальне обладнання для проведення UCTST.....	9
6 Калібрування.....	11
6.1Випробувальне обладнання для проведення UTST, TSRST при випробування на релаксацію та повзучість при розтягуванні.....	11
6.2 Випробувальне обладнання для проведення UCTST.....	12
7 Приготування зразків	12
7.1 Кількість зразків	12
7.2 Розміри	12
7.3 Приготування.....	13
7.4. Об'ємна щільність	14
7.5 Висушування	14
7.6 Зберігання	14
7.7 Установка.....	14
7.8 Поміщення та кондиціонування	16
8 Процедура	16
8.1 Випробування на одновісний розтяг під навантаженням (UTST).	16
8.2 Випробування зразків на граничне низькотемпературне напруження (TSRST)	17
8.3 Випробування на релаксацію (RT).....	17
8.4 Випробування на повзучість при розтягуванні (TCT)	18
8.5 Випробування на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST)	19
9 Оцінка	21

9.1 Запас міцності на розтяг.....	21
9.2 Випробування на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST)	23
10 Протокол випробувань.....	24
10.1 Загальні положення.....	24
10.2 Інформація про зразок	24
10.3 Інформація про методи випробувань.....	24
10.4 Інформація про випробування та результати	25
11 Точність	26
Бібліографія	28

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 12697-46:201_ (EN12697-46:2012, IDT) «Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 46. Визначення температурної тріщиностійкості при осьовому розтягуванні», прийнятий методом перекладу, - ідентичний щодо EN 12697-46:2012 (версія en) «Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 46: Low temperature cracking and properties by uniaxial tension tests».

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт в Україні, - ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей європейський стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- у розділі 2 та «Бібліографії» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;
- зі «Вступу» до EN 12697-46:2012 у цей «Національний вступ» внесено все, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- вилучено «Передмову» до EN 12697-46:2012 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих
асфальтобетонних сумішей. Частина 46.**

**Визначення температурної тріщиностійкості при осьовому
розтягуванні**

**Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 46:
Low temperature cracking and properties by uniaxial tension tests**

Чинний від 201X-XX-XX

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт встановлює метод випробування на одноосьові розтягування для встановлення характеристик низькотемпературної тріщиностійкості асфальтобетону. Результати випробувань одноосьових розтягувань можуть використовуватися для оцінки:

- міцності на розрив при заданій температурі, за допомогою випробувань на одновісний розтяг під навантаженням (UTST);
- мінімальної температури, при якій асфальтобетон буде працювати до руйнування, використовуючи випробування зразків при граничному низькотемпературному напруженні (TSRST);
- запасу міцності на розрив при заданій температурі (використовуючи комбінацію TSRST і UTST);
- часу релаксації, використовуючи випробування на релаксацію (RT);
- кривою повзучості для обчислення реологічних параметрів, використовуючи випробування на повзучість при розтягуванні (TCT);
- стійкості до зносу за низьких температурах завдяки поєднанню низькотемпературних та механічних навантажень за допомогою випробувань на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST).

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання, повністю або частково, на нижче наведені нормативні документи, необхідні для застосування цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань потрібно користуватись останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

EN 12697-6:2012 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 6: Determination of bulk density of bituminous specimens

EN 12697-27 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 27: Sampling

EN 12697-33 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 33: Specimen prepared by roller compactor

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 12697-6:2012 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 6. Визначення об'ємної щільності бітумомінеральних зразків

EN 12697-27 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 27. Відбір проб

EN 12697-33 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 33. Приготування зразків вальцевим ущільнювачем

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

В цьому стандарті застосовуються такі терміни та визначення

3.1 міцність на розтяг β_t (tensile strength β_t)

Максимальне напруження, що вимірюється при випробовуванні на розтягнення.

3.2 розрив при деформації розтягу (*tensile failure strain $\epsilon_{failure}$*)

Деформація розтягу, яка вимірюється при досягненні міцності на розрив.

3.3 низькотемпературне напруження $\sigma_{cry}(T)$ (*cryogenic stress $\sigma_{cry}(T)$*)

Напруження, викликане низькотемпературним стисненням, за температури T .

3.4 руйнівне напруження $\sigma_{cry, failure}$ (*failure stress $\sigma_{cry, failure}$*)

Низькотемпературне напруження, яке призводить до руйнування зразка при його випробуванні на граничне низькотемпературне напруження (TSRST).

3.5 руйнівна температура $T_{failure}$ (*failure temperature $T_{failure}$*)

Температура, при якій низькотемпературне напруження призводить до руйнування зразка при його випробуванні на граничне низькотемпературне напруження (TSRST).

3.6 запас міцності на розрив $\Delta \beta_t$ (*tensile strength reserve $\Delta \beta_t$*)

Різниця між міцністю на розрив і низькотемпературним напруженням при тій же температурі T ,

$$\Delta \beta_t(T) = \beta_t(T) - \sigma_{cry}(T)$$

3.7 час релаксації t_{rel} (*time of relaxation t_{rel}*)

Час, при якому напруга зменшується до 36,8% (1/e) від початкового значення.

3.8 залишкова розтягуюча напруга $\sigma_{rem}(t)$ (*remaining tension stress $\sigma_{rem}(t)$*)

Залишкова напруга після часу t при випробуванні на релаксацію.

3.9 початковий динамічний модуль E^*_0 (*initial complex modulus E^*_0*)

Динамічний модуль після 100 циклів навантаження, розраховується згідно EN 12697-26.

3.10 загальноприйнятий критерій втрати несної здатності $N_{f/50}$ (*conventional failure criterion $N_{f/50}$*)

Кількість циклів навантаження, що зменшують на половину динамічний модуль E^* від його початкового значення E^*_0 (критерій втрати несної здатності).

3.11 додатковий критерій втрати несної здатності N_{failure} (*additional failure criterion N_{failure}*)

Кількість циклів навантаження, що призводить до розвитку видимих і розпізнаваних тріщин у зразку асфальтобетону (критерій втрати несної здатності).

4 ПРИНЦИП

Низькотемпературні характеристики асфальтобетонних зразків можна встановити, використовуючи різні методи випробування:

- При випробуванні на одновісний розтяг під навантаженням (UTST) зразок розтягують з постійною швидкістю деформації за постійної температури до руйнування. Результати UTST - це максимальна напруга (міцність на розрив) $\beta_t(T)$ та відповідна руйнівна деформація розтягу $\varepsilon_{\text{failure}}(T)$ при випробувальній температурі T (див. рисунок 1).

- При випробуванні зразків на граничне низькотемпературне напруження (TSRST) зразок, довжина якого зберігається постійно, піддається зниженню температури з постійною швидкістю. Через низькотемпературне стиснення у зразку утворюється низькотемпературне напруження. Результатами є зростання низькотемпературного напруження при зниженні температури $\sigma_{\text{cry}}(T)$ і руйнівного напруження $\sigma_{\text{cry, failure}}$ при температурі руйнування T_{failure} (див. рисунок 2).

- При випробуванні повзучості при розтягуванні (ТСТ) зразок піддається постійному напруженні σ за постійної температури T . Оцінюється прогресування деформації ε . Через певний час напруга знімається. Реологічні параметри, що встановлюють еластичні та в'язкі властивості асфальтобетону, можна визначити шляхом інтерпретації вимірювань деформації (див. рисунок 4).

- При випробуванні релаксації (RT) зразок піддається спонтанній деформації ε , яка тримається на постійному рівні. Відстежується зниження

руйнівної напруги шляхом релаксації протягом часу випробувань. Результати - час релаксації t_{rel} та залишкова розтягуюча напруга σ_{rem} після закінчення випробувань (див. рисунок 3).

- При випробуванні на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST) зразок піддається циклічному розтягуванню, яке характеризується синусоїдальним напруженням, для імітації умов динамічного навантаження під дією транспортного потоку в поєднанні з постійною напругою, яка символізує руйнівне напруження. Під час випробування контролюється напруга, та фіксується жорсткість до виникнення втоми. Результати випробувань - це кількість циклів прикладеного навантаження до руйнування $N_{failure}$ та кількості циклів навантаження до досягнення загальноприйнятого критерію втрати несної здатності $N_{f/50}$ (див. рисунок 5).

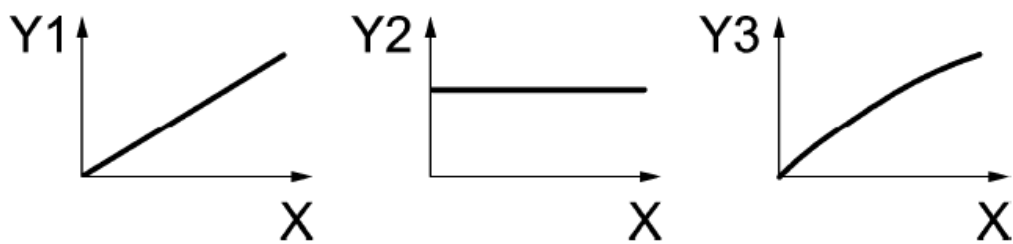


Рисунок 1 - Принцип випробування UTST

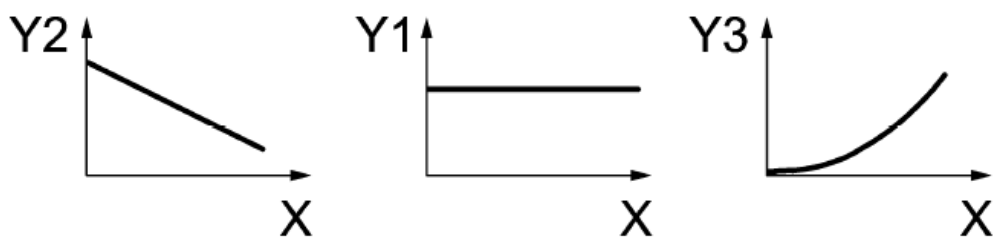


Рисунок 2 - Принцип випробування TSRST

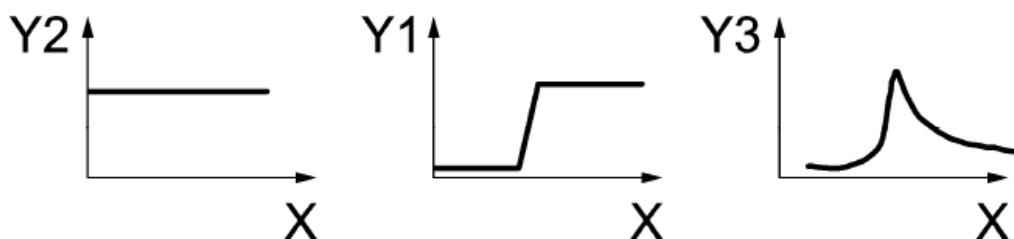


Рисунок 3 - Принцип випробування RT

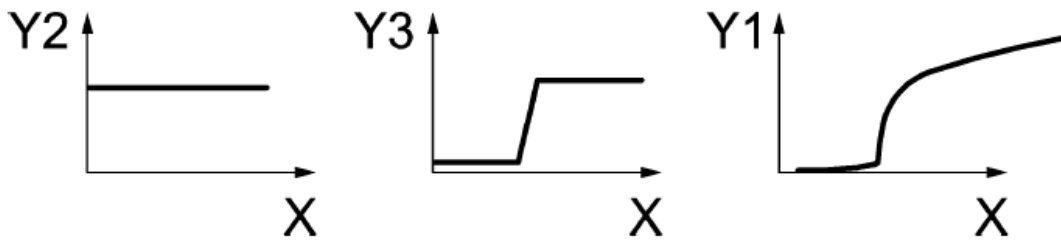


Рисунок 4 - Принцип випробування ТСТ

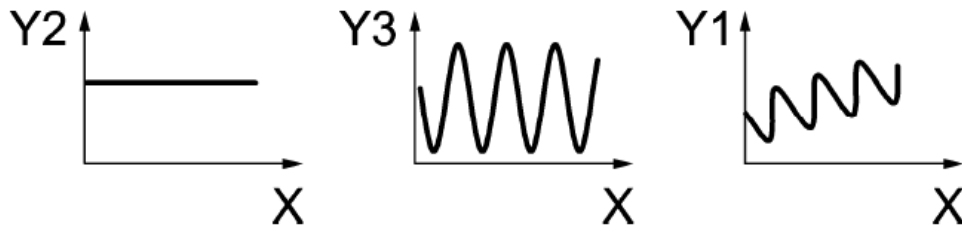


Рисунок 5 - Принцип випробування UCTST

Пояснення до рисунків 1-5

- Y1 Деформація
- X Час
- Y2 Температура
- Y3 Напруга

5 ОБЛАДНАННЯ

5.1 Випробувальне обладнання для проведення UTST, TSRST, RT та ТСТ

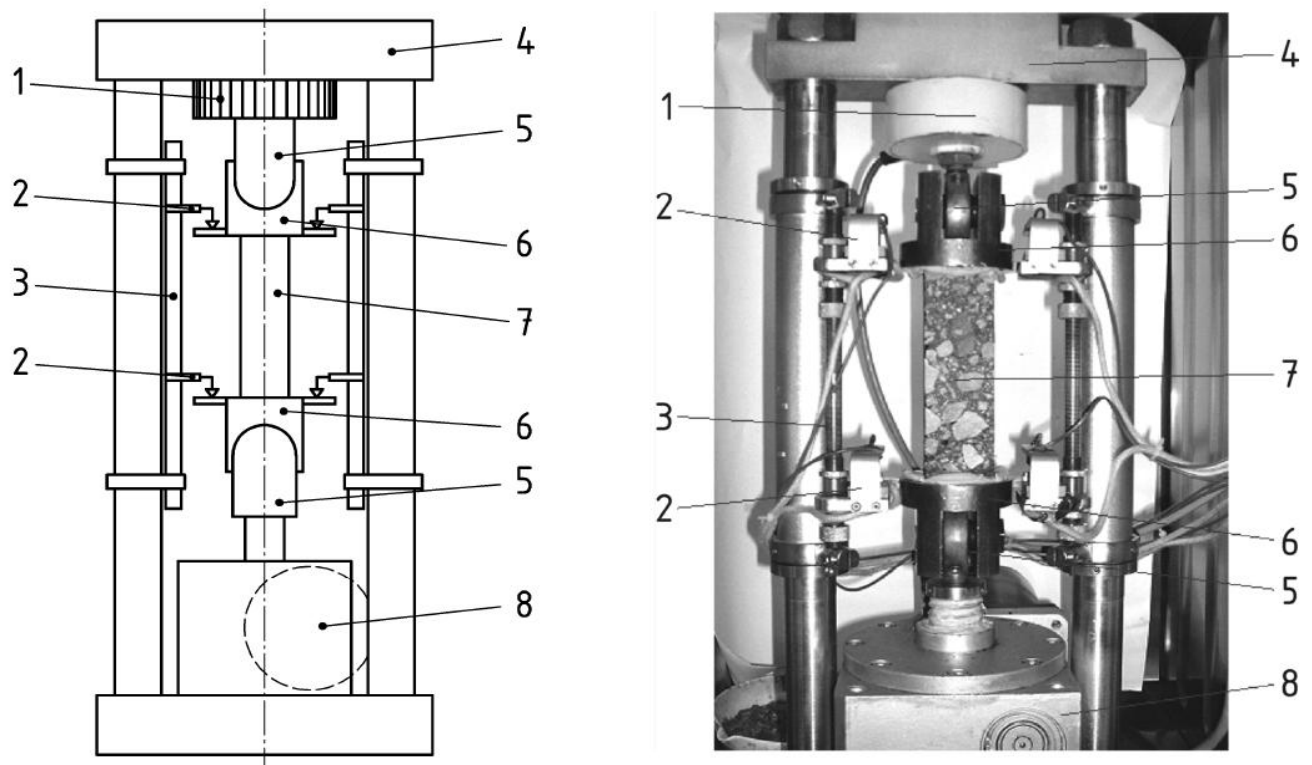
5.1.1 Загальні положення

На рисунках 6 і 7 показані придатні прилади для проведення випробувань на одновісний розтяг під навантаженням, випробувань зразків на граничне низькотемпературне напруження, релаксації та випробувань повзучості при розтягуванні за низьких температур.

5.1.2 Навантажувальне обладнання

Навантажувальне обладнання повинне мати можливість генерувати рухи з точністю до 0,1 мкм. Щоб уникнути радіальних та/або поперечних

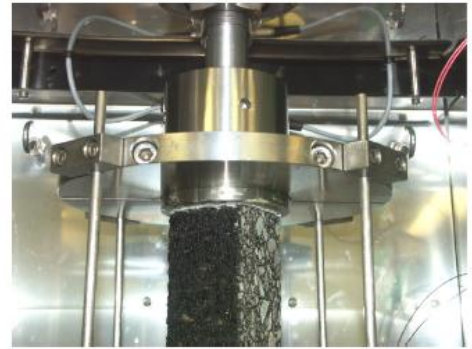
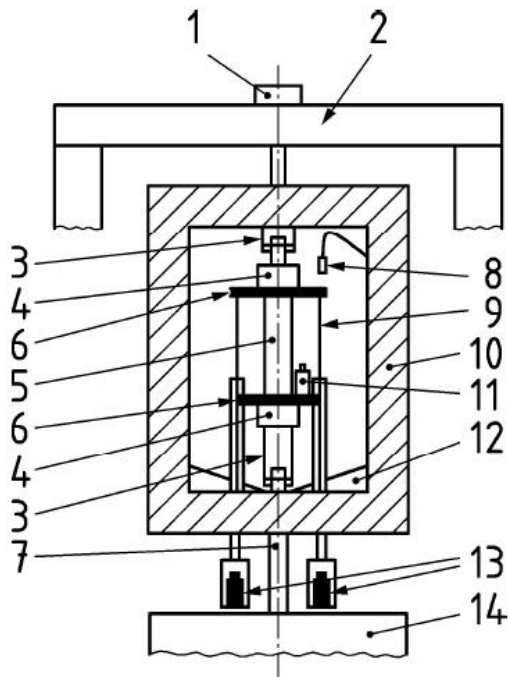
сил, а також моментів в досліджуваному зразку, зразок з'єднується з навантажувальним обладнанням двома підвісками.



Пояснення

- 1 датчик навантаження
- 2 датчик переміщення
- 3 температурна інертна вимірювальна основа
- 4 перекладина
- 5 карданна підвіска
- 6 приставка
- 7 зразок
- 8 коробки передач з кроковим двигуном

Рисунок 6 - Приклад випробувального обладнання для одноосних випробувань напруги при низьких температурах



Пояснення

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1 датчик навантаження | 8 датчик температури |
| 2 рама навантаження | 9 інваровий стержень |
| 3 балка з шарнірним з'єднанням | 10 кліматична камера |
| 4 затискна муфта | 11 пантон з датчиком температури |
| 5 зразок | 12 вентилятор |
| 6 торцева пластина | 13 датчик переміщення |
| 7 навантажувальний стержень | 14 кроковий двигун |

Рисунок 7 - Приклад 2 випробувального обладнання для одноосних випробувань напруги при низьких температурах

5.1.3. Система вимірювання деформації

Деформація зразка вимірюється в діапазоні $\pm 2,5$ мм та $\pm 0,5$ мкм. Оскільки випробувальне обладнання піддається тим самим тепловим змінам, що й досліджувані зразки з термічним стисненням та розширенням, для точного вимірювання фактичної деформації в зразку потрібен основний елемент із постійною довжиною за різних температур

(наприклад, спеціальний армований вуглеводним волокном пластик або інварова сталь) .

Кілька одиничних вимірювань можуть бути усереднені у середнє значення, яке повинно відповідати вимогам точності. Це значення використовуватися для схеми замкнутого циклу, для контролю випробувань.

5.1.4 Система вимірювання навантаження

Система вимірювання навантаження, здатна контролювати осьове навантаження до (20 ± 20) Н.

5.1.5 Записуюче обладнання

Записуюче обладнання, яке складається з цифрового інтерфейсу підключеного до комп'ютера, повинне контролювати та записувати електричні сигнали від датчиків навантаження та деформації.

ПРИМІТКА Переміщення вимірюється та контролюється з роздільною здатністю 0,5 мкм.

5.1.6 Термостатична камера

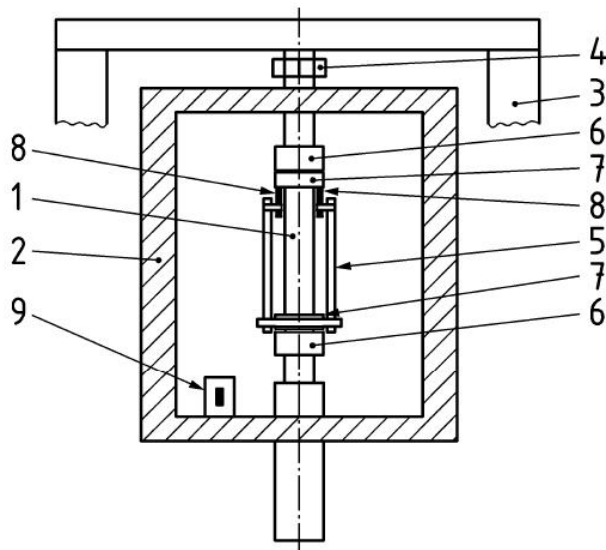
Термостатична камера, складається з шафи або відповідного відділення з примусовою циркуляцією повітря, в якій виконується випробування та кондиціонування зразка. Температура всередині корпусу повинна підтримуватись в межах $(-40 \text{ та } +30)^\circ \text{C}$ з точністю до $\pm 0,5 \text{ K}$. Термостатична камера повинна забезпечити швидкість зміни температури в середині зразка до 10 K/год.

5.2 Випробувальне обладнання для проведення UCTST

5.2.1 Динамічне випробувальне обладнання

Динамічне випробувальне обладнання складається зі стійкої до згинання рами навантаження з двома опорами, температурної камери, гідравлічної системи та блоку керування сили або переміщення (див. рисунок 8). Випробувальне обладнання повинне прикладати динамічне навантаження, при частоті випробувань з точністю до 0,1 Гц, вздовж поздовжньої осі досліджуваного зразка. Навантаження має бути

синусоїдальним з періодом відпочинку або без нього. Випробувальний зразок з'єднують з перехідниками, з'єднаними з навантажувальним стержнем.



Пояснення

- 1 зразок
- 2 температурна камера
- 3 рама навантаження
- 4 датчик навантаження
- 5 вимірювальне обладнання
- 6 затискна муфта
- 7 датчик переміщення
- 8 пантон з датчиком температури

Рисунок 8 - Приклад для серво-гідравлічного випробувального обладнання для UCTST при низьких температурах

5.2.2 Система моніторингу

Випробувальна система повинна бути обладнана системою моніторингу, яка контролює навантаження, яке діє на випробовуваний зразок, з датчиком навантаження, який має мінімальний діапазон вимірювань ± 15 кН з точністю до ± 10 Н. Датчики переміщення мають мінімальний діапазон вимірювання $\pm 2,5$ мм з точністю до ± 5 мкм.

5.2.3 Електронний підсилювач сигналу

Електронний сигнал, що випромінюється датчиком сили та переміщення, підсилюється за допомогою підсилювача та записується аналоговим або цифровим обладнанням, з точністю до 1 Н для виміряної сили та до 1 мкм для виміряного переміщення.

5.2.4 Термостатична камера

Термостатична камера, складається з шафи або відповідного відділення з примусовою циркуляцією повітря, в якій виконується випробування та кондиціонування зразка. Температура всередині корпусу повинна підтримуватись в межах від - 40°C до + 40°C з точністю до ± 1 К. Потрібно забезпечити необхідну температуру випробування для зразка в камері.

5.2.5 Записуюче обладнання

Записуюче обладнання, здатне безперервно записувати протягом часу випробування, силу, що діє на випробувальний зразок, виміряну за допомогою датчика навантаження, переміщення вантажного поршня, переміщення датчиків переміщення, температуру випробовуваного зразка та температуру термостатичної камери. Швидкість, з якою дані можуть бути записані, повинна вибиратися, для забезпечення всебічного охоплення.

6 КАЛІБРУВАННЯ

6.1 Випробувальне обладнання для проведення UTST, TSRST, випробувань релаксації та повзучості при розтягуванні

6.1.1 Якщо рама навантаження або частини рами навантаження, а також вимірювальні системи піддаються змінам температури, вся система повинна бути відкалібрована, для забезпечення відтворюваності та повторюваності, крім калібрування систем вимірювання навантаження та деформації.

6.1.2 Система перевіряється шляхом проведення випробувань на калібрувальному матеріалі з відомими технічними характеристиками. Підходять матеріали - сталь або алюміній. Для порівняння навантаження обладнання з навантаженнями, що виникають при випробуванні асфальтобетону, використовують калібрувальні балки з меншим поперечним перерізом.

6.2 Випробувальне обладнання для проведення UCTST

6.2.1 Сервогідравлічне випробувальне обладнання калібрується щонайменше один раз на рік за допомогою калібрувального блоку з відомими коефіцієнтами жорсткості та теплового розширення. Жорсткість, розрахована з вимірюваних даних, відхилення не повинне перевищувати $\pm 3\%$.

6.2.2 Калібрувальний блок приклеюється та закріплюється тим же методом, що і зразок бітумомінеральної суміші.

ПРИМІТКА Відповідним матеріалом для калібрувального блоку є, наприклад, алюміній з модулем пружності близько 72 ГПа.

7 ПРИГОТУВАННЯ ЗРАЗКІВ

7.1. Кількість зразків

Необхідно перевірити принаймні три зразки для кожного асфальтобетону та комбінації умов випробування (температури та рівня напруги).

7.2. Розміри

7.2.1 Зразок має форму призматичної балки або циліндра з номінальними розмірами відповідно до таблиці 1, в залежності від номінального розміру заповнювача асфальтобетонної суміші D .

Таблиця 1 - Розміри призматичних та циліндричних зразків (мм)

Тип зразка	Розміри	Максимальний розмір заповнювача D (мм)		
		$D \leq 11,2$	$11,2 < D < 22,4$	$D \geq 22,4$
Призматичні зразки з квадратним перерізом	Ширина і висота, мм	40 ± 2	50 ± 2	60 ± 2
Циліндричні зразки	Діаметр, мм	50 ± 2	50 ± 2	60 ± 2
Всі зразки	Мінімальна довжина зразка, мм	160	160	160

Якщо зразки взяті з шарів, товщина яких не досягає потрібної висоти, для проведення випробувань можуть бути використані прямокутні зразки зі зменшеною висотою. Розміри зразків повинні бути записані у протоколі випробувань.

Якщо випробувальне обладнання дозволяє робити зразки довжиною більше 160 мм, їх довжина повинна бути в чотири рази більше ширини/висоти або діаметра.

7.2.2 Кінці зразка повинні бути перпендикулярними до осі зразка в межах $\pm 1^\circ$.

7.3 Приготування

7.3.1 Зразки повинні бути отримані шляхом вирізання з плит, виготовлених в лабораторії відповідно до EN 12697-33, або взятих з дорожніх шарів відповідно до EN 12697-27.

7.3.2 Плити, виготовлені в лабораторії, повинні мати щонайменше товщину необхідної висоти (див. таблицю 1). Зразки вирізаються з середини плити. Відстань від зразка до границі плити повинна бути не менше 20 мм.

7.3.3 Поздовжня вісь асфальтобетонного зразка повинна бути ортогональною з віссю навантаження під час ущільнення.

7.4 Об'ємна щільність

Об'ємна щільність кожного зразка визначається відповідно до EN 12697-6.

ПРИМІТКА Об'ємна щільність асфальтобетонних сумішей з необхідною пористістю $7\% < V_{\max} < 10\%$ повинна бути визначена за методикою В (SSD) або методикою D (розміри) згідно EN 12697-6:2012.

7.5 Висушування

Після вирізання випробовуваний зразок висушують до постійної маси на повітрі, при відносній вологості нижче 80 % та за температури від 15°C до 25°C. Зразок вважається сухим, коли два зважування, що виконуються з інтервалом в 24 год, відрізняються менш ніж на 0,25%.

7.6 Зберігання

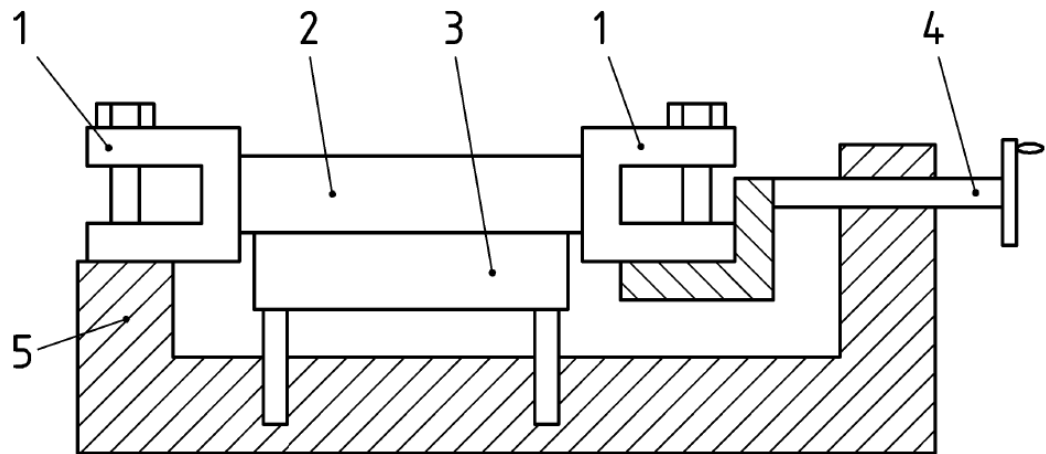
Зразок повинен постійно зберігатися. Підставка, на якій знаходиться зразок, повинна бути рівною та чистою. Зразки не повинні бути складені один на одного. Зразки зберігаються в сухому приміщенні при температурі від 15° С до 25° С.

ПРИМІТКА Відносна вологість в приміщенні для зберігання не повинна перевищувати 80%.

7.7 Установка

Зразок приклеюється до двох перехідників, при цьому він розміщується централізовано на перехідники з монтажним столом.

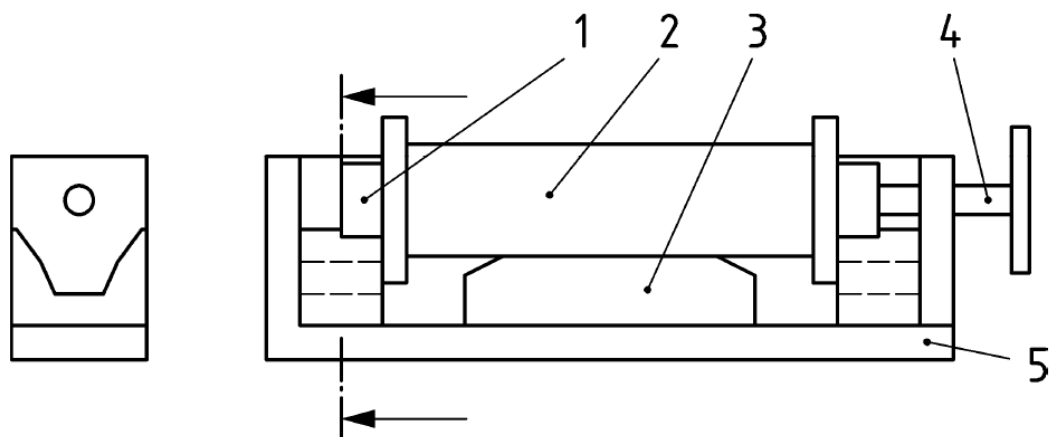
ПРИМІТКА Монтажний стіл використовується для створення центрального нерухомого з'єднання між випробовуваним зразком та двома роз'ємами (перехідниками), які використовуються для затискання випробовуваного зразка у випробувальному обладнанні (як показано на рисунках 9 і 10).



Пояснення

- 1 перехідник
- 2 зразок
- 3 висота регульованої опори
- 4 шпindelь
- 5 нижня частина

Рисунок 9 - Приклад монтажного столу для приготування зразків



Пояснення

- 1 перехідник
- 2 зразок
- 3 висота регульованої опори
- 4 шпindelь
- 5 нижня частина

**Рисунок 10 - Приклад монтажного столу для приготування
циліндричних зразків**

7.8 Поміщення та кондиціонування

7.8.1 Зразок встановлюється у випробувальне обладнання шляхом приєднання перехідників до навантажувального обладнання. Перед початком випробування зразок доводять до температури випробування T (або, у випадку TSRST, початкової температури T_0) для коректної тривалості, без застосування будь-якого навантаження. Під час фази кондиціонування контроль за замкнутим контуром випробувального обладнання повинен гарантувати, що зразок не піддається будь-яким навантаженням. Температурна деформація повинна бути збалансована.

7.8.2 Тривалість фази кондиціонування залежить від розміру зразка та випробуваного матеріалу. Температура в зразку повинна бути незмінною не менше 10 хв протягом випробування, з точністю $\pm 1^\circ \text{C}$.

ПРИМІТКА Температуру в зразку можна виміряти, використовуючи тимчасовий зразок, розташований поблизу нього.

8 ПОЦЕДУРА

8.1 Випробування на одновісний розтяг під навантаженням (UTST)

8.1.1 При постійній температурі випробування зразок піддається тимчасовій деформації відносно вихідної довжини. Швидкість постійної деформації повинна бути $d\varepsilon = (0,625 \pm 0,025) \text{ \%}/\text{хв}$.

ПРИМІТКА 1 Рекомендується використовувати температуру $+ 20^\circ \text{C}$, $+ 5^\circ \text{C}$, $- 10^\circ \text{C}$ та $- 25^\circ \text{C}$.

ПРИМІТКА 2 Швидкість деформації випробовуваних зразків довжиною 160 мм відповідає швидкості розтягування 1 мм/хв.

8.1.2 Результати UTST - це міцність на розрив і руйнівна деформація за температури випробування. Міцність на розрив β_t (МПа) розраховується шляхом поділу виміряної сили натягу при розтягуванні на початкову площу поперечного перерізу зразка. Руйнівна деформація $\varepsilon_{\text{failure}}$ розраховується

шляхом поділу вимірюваної напруги під час руйнування на початкову довжину зразка.

8.2 Випробування зразків на граничне низькотемпературне напруження (TSRST)

8.2.1 У TSRST зразок повинен мати постійну довжину, тоді як його температура з часом зменшується. Через низькотемпературне стиснення зразок піддається (криогенному) розтягуючому напруженню.

ПРИМІТКА1 Рекомендується почати випробування при температурі $T_0 = + 20^{\circ}\text{C}$ та змінювати температуру з швидкістю $dT = - 10 \text{ K/год}$.

ПРИМІТКА 2 Температура середини зразка встановлюється пізніше ніж температура повітря в камері випробувань. Для того, щоб зареєструвати правильну температуру зразка, необхідно провести вимірювання температури у додатковому зразку під час випробування або заздалегідь визначити тепловий опір між температурою повітря та температурою зразка.

8.2.2 Повинні вказуватися температурно-залежна низькотемпературна напруга $\sigma_{\text{cry}}(T)$, руйнівне напруження σ_{cry} , руйнування та температура руйнування T_{failure} .

8.3 Випробування на релаксацію (RT)

8.3.1 Зразок піддається спонтанній напрузі, яка тримається на постійному рівні протягом випробування. Розтягувальне напруження фіксується під час випробування.

ПРИМІТКА Релаксаційна властивість залежить від температури та початкової напруги. Таким чином, для порівняння випробувань рекомендується завжди використовувати частину міцності на розрив для введення тест-штаму. Вищі початкові напруги зменшать час релаксації. Початкова напруга не повинна перевищувати 75% міцності на розрив β_t . Рекомендована температура випробування $+ 20^{\circ}\text{C}$, $+ 5^{\circ}\text{C}$, $- 10^{\circ}\text{C}$ і $- 25^{\circ}\text{C}$.

8.3.2 Час релаксації та залишкова напруга занотовується в кінці випробування. Час релаксації - це час, коли напруга зменшується до $(36,8 \pm 0,1)\%$ ($1 / e = 1 / 2,718 = 0,368$) від початкового значення.

ПРИМІТКА Оскільки випробування на релаксацію може тривати довгий час, особливо при низьких температурах, рекомендується припинити його після відповідної тривалості, наприклад 48 год. У таких випадках фіксується залишкове напруження на розтягнення в кінці випробування.

8.4. Випробування на повзучість при розтягуванні (ТСТ)

8.4.1 Зразок навантажується постійною напругою за постійної температури. Процес деформації контролюється. Після певного проміжку часу зразок виймають та вимірюють регресію напруги.

ПРИМІТКА 1 Рекомендується тримати постійне навантаження протягом 8 годин та фіксувати регрес після розвантаження ще протягом 2 години.

ПРИМІТКА 2 Таблиця 2 визначає температурні випробування та відповідні рівні напруги у пропорції міцності на розрив $\beta_t(T)$.

Таблиця 2 - Рекомендовані умови випробувань повзучості при розтягуванні

Температура T ° C	Пропорція $\beta_t(T)$ %
+20	5
+5	10
-10	30
-25	50

8.4.2 Встановлюють напруження в залежності від часу навантаження.

Потім виміряне значення має бути обладнане реологічною моделлю для отримання реологічних параметрів матеріалу (наприклад, для бюргер-

моделей: пружних, в'язких, в'язко-еластичних та в'язко-пластичних параметрів).

8.5 Випробування на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST)

8.5.1 Випробувальна температура та частота випробувань

UCTST повинен проводитися за однієї або декількох температур випробувань T та випробувальних частотах f_r .

ПРИМІТКА Рекомендується використовувати частоту випробувань $f_r = 15$ Гц та температуру випробувань $T = -15$ ° С.

8.5.2 Базове напруження

Базове напруження за температури випробувань T повинно бути отримане з TSRST, де базове напруження відповідає низькотемпературному напруженню $\sigma_{cry}(T)$ за температури випробувань T . Основне напруження встановлюється з точністю до $\pm 0,01$ МПа.

8.5.3 Максимальне напруження

8.5.3.1 Максимальне напруження σ_{tot} визначається як сума базового напруження $\sigma_{cry}(T)$ та напруження, викликаного навантаженням $\Delta\sigma$.

ПРИМІТКА Напряга під навантаженням визначається як коефіцієнт навантаження від транспортних засобів (навантаження на вісь автомобіля), при максимальному розтягуючому навантаженні f_{max} за температури випробувань $T_{f,max}$, що впливає з UTST. Рекомендується визначати напругу при навантаженні $\Delta\sigma$, використовуючи лінійну пружну модель як коефіцієнт навантаження від транспортних засобів, а також враховуючи склад суміші, жорсткість та температурні властивості шарів покриття. Для порівняння верхніх шарів асфальтобетону, визначено $\Delta\sigma = 1,6$ МПа.

8.5.3.2 Максимальне навантаження встановлюється з точністю до $\pm 0,01$ МПа. Максимальну напругу за температури випробувань T отримують з Формули (1). Отримане значення максимальної напруги визначають з точністю до $\pm 0,01$ МПа.

$$\sigma_{tot} = \sigma_{cry}(T) + \Delta\sigma \quad (1)$$

де

- σ_{tot} це максимальне напруження;
 $\sigma_{\text{cry}} (T)$ це базове напруження;
 $\Delta\sigma$ це напруження при навантаженні від транспортних засобів.

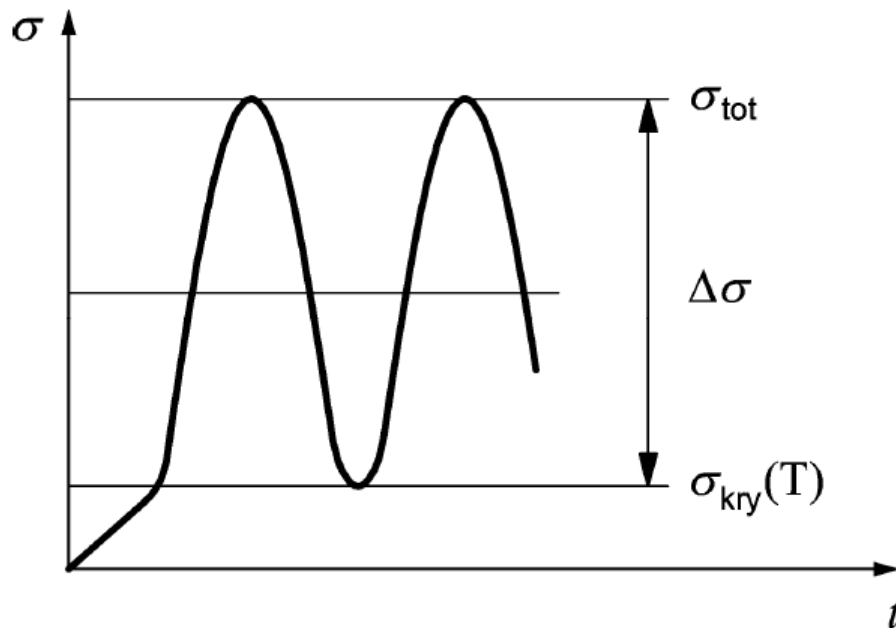
8.5.3.3 Після встановлення випробовуваного зразка, він повинен витримуватися за температури випробування з точністю $\pm 0,5^\circ \text{C}$, не піддаючись вертикальному навантаженню ($\pm 20 \text{ Н}$). Потім випробовуваний зразок піддається навантаженню на розтяг, зі швидкістю $(2\,000 \pm 50) \text{ н/с}$ до рівня загальної напруги $\sigma_{\text{cry}} (T)$, як показано на рисунку 11.

8.5.3.4 Тривалість фази кондиціонування залежить від розміру зразка та випробовуваного матеріалу. Температура у випробувальному зразку повинна бути незмінною протягом 10 хв з точністю до $\pm 1^\circ \text{C}$.

8.5.3.5 Як тільки досягається базове напруження, випробовуваний зразок буде піддаватися постійному циклічному навантаженню на розтяг при випробувальній частоті f_r , амплітуда якої визначається базовим напруженням $\sigma_{\text{cry}} (T)$ і максимальною напругою σ_{tot} , до руйнування (див. рисунок 11).

8.5.3.6 Під час випробування навантаження та переміщення фіксують кожні 15 вимірювань на цикл навантаження, для інтерпретації сигналу.

8.5.3.7 Випробування повинне проводитися щонайменше на трьох випробовуваних зразках для кожного матеріалу та умов випробування.



Пояснення

σ розтягуюче напруження в МПа

t час в с

σ_{tot} максимальний рівень напруження в МПа

$\Delta\sigma$ напруга від навантаження транспортних засобів в МПа

$\sigma_{kry}(T)$ мінімальний рівень напруження в МПа

Рисунок 11 - Синусоїдальне навантаження для UCTST

9 ОЦІНКА

9.1 Запас міцності на розтяг

9.1.1 Наявність термостійких напружень зменшує спроможність визначення механічних розтягуючих напружень. Для розрахунку та візуалізації запасу міцності на розтяг, результати діаграми UTST за температури випробувань повинні бути нанесені на діаграму температури/границі міцності. Кубічний сплайн використовується для зв'язування виміряних значень міцності на розрив.

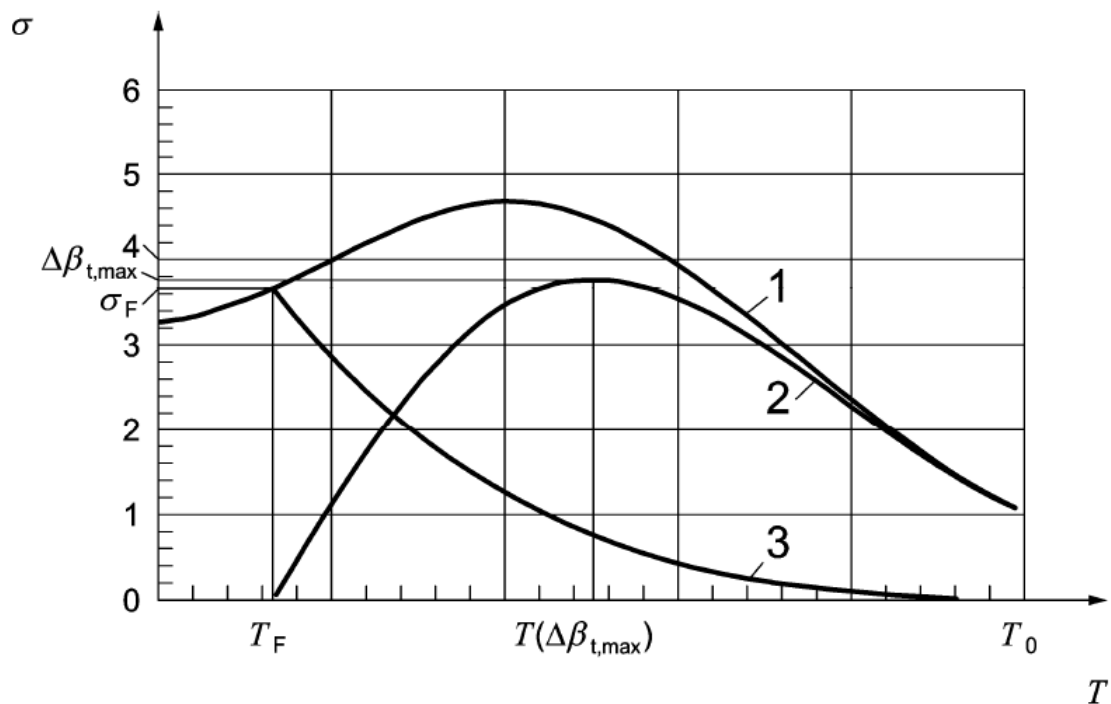
ПРИМІТКА Якщо рекомендована температура випробування $+20^{\circ}\text{C}$, $+5^{\circ}\text{C}$, -10°C і -25°C , значення нижче -25°C та вище $+20^{\circ}\text{C}$ можуть бути

отримані шляхом розрахунку додаткової міцності на розрив:
 $\beta_t (T = -40^\circ \text{C}) = 0,9 \times \beta_t (T = -25^\circ \text{C})$; $\beta_t (T = +30^\circ \text{C}) = 0,5 \times \beta_t (T = +20^\circ \text{C})$.

9.1.2 Цикл низькотемпературного напруження, який вимірюється в TSRST, повинен бути побудований на діаграмі температури/напруження.

9.1.3 Запас міцності на розтяг, $\Delta \beta_t (T)$, розраховується як різниця між міцністю на розтяг, $\beta_t (T)$ та низькотемпературним напруженням $\sigma_{cry} (T)$ за однакової температури T за формулою (2). На рисунку 12 наведено приклад для оцінки запасу міцності на розтяг за результатами UTST та TSRST.

$$\Delta \beta_t (T) = \beta_t (T) - \sigma_{cry} (T) \quad (2)$$



Пояснення

σ розтягуюче напруження в МПа

T температура в $^\circ\text{C}$

1 міцність на розрив $\beta_t (T)$

2 запас міцності на розтяг $\Delta \beta_t (T)$

3 низькотемпературні напруги $\sigma_{cry} (T)$

Рисунок 12 - Принцип оцінки запасу міцності на розтяг з випробувальних графіків UTST та TSRST з діаграми температури/напруження

9.2 Випробування на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST)

9.2.1 Динамічний модуль E^* повинен бути розрахований за постійними інтервалами навантаження наступним чином:

$$S_{\text{mix}} = |E^*| = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \quad (3)$$

$$E_1 = \gamma \times \left(\frac{F}{z} \times \cos(\varphi) + \frac{\mu}{10^6} \times \omega^2 \right) \quad (4)$$

$$E_2 = \gamma \times \left(\frac{F}{z} \times \sin(\varphi) \right) \quad (5)$$

де

F це амплітуда сили (Н);

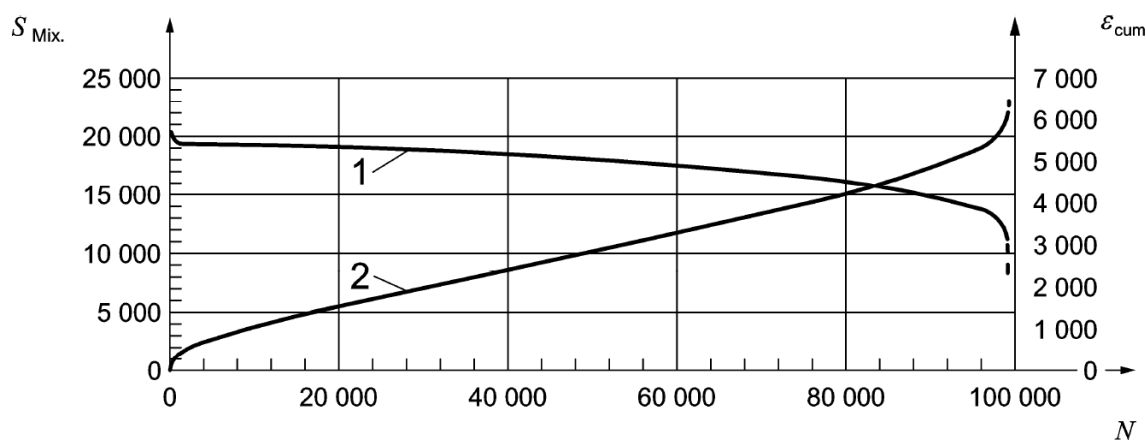
z це амплітуда переміщення (мм);

ω це кругова частота (рад/с) при частоті f_r , де $\omega = 2 \times \pi \times f_r$;

γ це коефіцієнт форми, де $\gamma = H / A$ з висотою зразка H і площею поперечного перерізу зразка A ;

μ це коефіцієнт маси, де $\mu = M / 2 + m$ з масою зразка M (г) та масою m (г) рухомих частин, що впливають на результуючу силу через їх інерційні ефекти.

9.2.2 Кумулятивні напруги та зміну модуля жорсткості наносять на діаграму як функцію від навантаження (див. рисунок 13).



Пояснення

1 модуль жорсткості

2 кумулятивна напруга

Рисунок 13 - Приклад графічного зображення результату UCTST

9.2.3 Вказується початковий комплексний модуль жорсткості E^*_0 після циклу навантаження $N = 100$.

9.2.4 Результатом випробування є кількість навантажень на початку звичайного або додаткового критерію втрати несної здатності (наприклад, $N_{f/50}$ та $N_{failure}$).

10 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

З посиланням на цей стандарт протокол випробувань повинен містити таку інформацію:

10.1 Загальні положення

- a) назву та адресу випробувальної лабораторії;
- b) ідентифікаційний номер протоколу випробувань;
- c) найменування замовника;
- d) номер та дату цього стандарту;
- e) підпис особи, яка відповідає за протокол випробувань;
- f) дату випуску.

10.2 Інформація про зразок

- a) вид і походження бітумомінеральної суміші;
- b) спосіб виготовлення бітумомінеральної суміші;
- c) метод ущільнення;
- d) ідентифікацію зразка;
- e) об'ємну щільність зразка перед випробуванням та метод, для її визначення;
- f) розміри зразка.

10.3 Інформація про методи випробувань

- a) метод випробування;
- b) випробувальне обладнання.

10.4 Інформація про випробування та результати

10.4.1 Випробування на одновісний розтяг під навантаженням (UTST)

- a) температура, при якій проведено випробування, T (°C);
- b) загальна швидкість деформації $d\varepsilon$ (% / хв);
- c) міцність на розтяг β_t (МПа);
- d) розтяг до розриву $\varepsilon_{failure}$ (‰).

10.4.2 Випробування зразків з обмеженою температурною напругою (TSRST)

- a) початкова температура T_0 (°C);
- b) швидкість температури dT (К/год);
- c) руйнівна напруга $\sigma_{cry, failure}$ (МПа);
- d) руйнівна температура $T_{failure}$ (°C);
- e) графік криогенного напруги та температуру T .

10.4.3 Запас міцності на розтяг

- a) температура максимального запасу міцності на розтяг $T_{\Delta\beta, max}$.
- b) максимальне значення запасу міцності на розтяг $\Delta\beta_{t, max}$.

10.4.4 Випробування на релаксацію (RT)

- a) температура випробування T (°C);
- b) початкове напруження (МПа або % міцності на розтяг за температури випробувань);
- c) час (и) релаксації;
- d) час, коли випробування припиняється;
- e) залишкова напруга в кінці випробування (МПа);
- f) графік напруги протягом часу (необов'язково).

10.4.5 Випробування повзучості при розтягуванні (ТСТ)

- a) температура випробування T (°C);
- b) тривалість навантаження та розвантаження (год);
- c) напруга (МПа або % міцності на розтяг за температури випробувань);

- d) графік деформації протягом часу;
- e) реологічна модель та параметри відповідності (необов'язково).

10.4.6 Випробування на одновісний циклічний розтяг під навантаженням (UCTST)

- a) температура випробування T (° C);
- b) випробувальна частота f_r (Гц);
- c) тип періодичного навантаження (наприклад, синусоїдальний);
- d) базове напруження $\sigma_{cry}(T)$ (МПа);
- e) максимальна напруга σ_{tot} (МПа);
- f) початковий комплексний модуль жорсткості та фазовий кут;
- g) тип критерію втрати несної здатності (втома або руйнування);
- h) кількість навантажень до критерію втрати несної здатності ($N_{f/50}$ або $N_{failure}$);
- i) модуль жорсткості як функція кількості циклів навантаження;
- j) кумулятивна напруга як функція кількості циклів навантаження.

11 ТОЧНІСТЬ

Відсутність повторюваності чи відтворюваності досі не була оцінена. Проте на підставі досвіду німецьких лабораторій можна оцінити наступні межі повторюваності, доки не буде проведено зборів за міжнародним круглим столом:

a) Результати міцності на розтяг, одержані одним і тим самим оператором, отримані з UTST на трьох зразках, вважаються недійсними, якщо вони відрізняються більш ніж:

- 1) - 25 ° C: 0,7 МПа;
- 2) - 10 ° C: 0,7 МПа;
- 3) + 5 ° C: 0,3 МПа;
- 4) + 20 ° C: 0,1 МПа.

b) Результати руйнівної температури, одержані одним і тим самим оператором, отримані з UTST на трьох зразках, вважаються недійсними, якщо вони відрізняються більш ніж на 2° C.

c) Результати руйнівної напруги, одержані одним і тим самим оператором, отримані з UTST на трьох зразках, вважаються недійсними, якщо вони відрізняються більш ніж на 0,5 МПа.

ПРИМІТКА Точність від діапазону пористості зразків аналізованої суміші.

БІБЛІОГРАФІЯ

1 EN 12697-26 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt -
Part 26: Stiffness

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 12697-26 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих
асфальтобетонних сумішей. Частина 26. Жорсткість

Код згідно з ДК 004: 93.080

Ключові слова: міцність на розтяг, руйнівна напруга, руйнівна температура, релаксація, динамічний модуль, критерій втрати несної здатності.

Перший заступник директора
з наукової роботи ДП «ДерждорНДІ»



В. Вирожемський

Начальник центру асфальтобетонів та
органічних в'язучих



С. Кіщинський

Науковий керівник,
завідувач відділу
нежорстких дорожніх одягів



В. Гончаренко

Відповідальний виконавець,
молодший науковий співробітник



О. Клименко