НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ EN 12697-25:201_

(EN 12697-25:2016, IDT)

Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 25. Випробування на циклічний стиск

(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 12697-25:2016 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 25: Cyclic compression test (Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 25. Випробування на циклічний стиск) і внесений з дозволу CEN-CENELEC, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. 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 задля 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

С.

Національний вступ……VI

1 Сфера застосування 1

2 Нормативні посилання 2

3 Терміни та визначення понять....3

4 Принцип 5

5 Обладнання 5

5.1 Контроль та система навантаження 5

5.2 Датчики зсуву 6

5.3 Реєстрування даних, отриманих з обладнання....6

5.4 Термостатична камера 6

5.5 Вимірювальні прилади та допоміжне обладнання....6

6 ПІДГОТУВАННЯ ЗРАЗКА ДО ВИПРОБУВАННЯ 7

6.1 Кількість зразків 7

6.2 Випробування зразка на стиск 7

6.3 Підготування зразків із мастикового асфальту до випробування 7

6.3.1 Допоміжне обладнання для підготування зразка до випробування....7

6.3.2 Порядок виконання формування зразка 8

6.3.3 Порядок виконання для зразків у вигляді кернів....8

6.4 Підготування поверхні зразка....9

6.5 Визначення об’ємної щільності 9

6.6 Сушіння зразка....9

6.7 Розміри 9

7 Метод випробування А – випробування на одноосьовий циклічний стиск з обмеженням 10

7.1 Принцип....10

7.2 Метод випробування А1 – блокування імпульсного навантаження ...10

7.2.1 Верхня навантажувальна пластина....10

7.2.2 Імпульсне навантаження....11

7.3 Метод випробування А2 – гарвесинусоїдальне навантаження.....13
7.3.1 Верхня навантажувальна пластина.....13
7.3.2 Імпульсне навантаження.....14
7.4 Зразок.....15
7.5 Умови поводження.....16
7.5.1 Умови зберігання.....16
7.5.2 Очищення та сушіння зразків.....16
7.5.3 Зменшення тертя між навантажувальними пластинами.....16
7.5.4 Температурний режим.....16
7.6 Порядок випробування.....17
7.6.1 Температура випробування.....17
7.6.2 Розміщення зразка в установці для випробування.....17
7.6.3 Випробування зразка.....17
7.6.4 Вимірювання постійної деформації.....19
7.6.5 Закінчення навантаження.....19
7.7 Розрахунок та відображення результатів.....19
7.7.1 Залишкова постійна деформація.....19
7.7.2 Швидкість повзучості та модуль повзучості.....20
7.8 Протокол випробувань.....21
7.8.1 Загальні положення.....21
7.8.2 Інформація про зразки.....21
7.8.3 Інформація про умови випробування.....22
7.8.4 Результати тестів.....22
7.8.5 Точність.....23
8 Метод випробування В – метод випробування на триосьовий циклічний стиск.....23
8.1 Принцип.....23
8.2 Обладнання та випробувальна система.....26
8.2.1 Загальні положення.....26
8.2.2 Навантажувальні пластини.....30
8.2.3 Система контролю.....31

8.2.4 Датчик напружень 31
8.2.5 Вимірювання висот 31
8.2.6 Температурне підготування 31
8.3 Підготування зразка 31
8.3.1 Розміри 31
8.3.2 Поводження 32
8.4 Умови поводження 33
8.4.1 Умови зберігання 33
8.4.2 Очищення та сушіння зразків 33
8.4.3 Зменшення тертя між навантажувальними пластинами 33
8.4.4 Температурний режим 34
8.5 Порядок випробування 34
8.5.1 Кількість випробувань 34
8.5.2 Температура випробування 34
8.5.3 Розміщення зразка на установці для випробування 34
8.5.4 Випробування зразка 35
8.5.5 Умови навантаження 35
8.5.6 Вимірювання постійної деформації 36
8.6 Розрахунок та відображення результатів 37
8.6.1 Сумарна деформація 37
8.6.2 Крива повзучості 37
8.7 Протокол випробувань 39
8.7.1 Загальні положення 39
8.7.2 Інформація про зразки 40
8.7.3 Інформація про умови випробування 40
8.7.4 Результати тестів 40
8.7.5 Точність 41
Додаток А (довідковий) Порядок корегування результатів випробувань, отриманих зі зразка різного віку 42

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 12697-25:201_ (EN 12697-25:2016, IDT) «Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 25. Випробування на циклічний стиск», прийнятий методом перекладу, – ідентичний щодо EN 12697-25:2016 (версія en) «Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 25: Cyclic compression test». В цьому стандарті термін «bituminous mixtures» перекладено як «бітумомінеральні суміші» для узгодження з аналогічними чинними національними НД.

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» – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

– у розділі «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;

– вилучено «Передмову» до EN 12697-25:2016 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту.

Європейські стандарти EN 12697 (усі частини), EN 13108-20, на які є посилання у цьому стандарті, в Україні не прийняті, як національні.

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

EN 12697 складається з таких частин із загальною назвою: «Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей»

Частина 1 Вміст розчинених в’яжучих

Частина 2 Визначення гранулометричного складу

Частина 3 Відновлення бітуму: Роторний випарник

Частина 4 Видалення бітуму. Розгонка на фракції

Частина 5 Визначення максимальної щільності

Частина 6 Визначення об'ємної щільності асфальтобетонних зразків за допомогою гідростатичного методу

Частина 7 Визначення об'ємної щільності асфальтобетонних зразків гамма-променями

Частина 8 Визначення пористості асфальтобетонних зразків

Частина 10 Ущільнюваність

Частина 11 Визначення спорідненості між заповнювачем та бітумом

Частина 12 Визначення водостійкості

Частина 13 Вимірювання температури

Частина 14 Визначення вмісту води

Частина 15 Визначення сегрегації

Частина 16 Стирання шипованими шинами

Частина 17 Втрата частки зразка пористого асфальтобетону

Частина 18 Стікання в’яжучого

Частина 19 Проникність зразка

Частина 20 Глибина вдавлювання кубічних або циліндричних зразків

Частина 21 Глибина вдавлювання плоских зразків

Частина 22 Колієутворення

Частина 23 Визначення непрямої міцності на розтяг при різних типах випробовування

Частина 24 Опір втоми

Частина 25 Випробування на циклічний стиск

Частина 26 Жорсткість

Частина 27 Відбір проб

Частина 28 Підготування зразків для визначення вмісту в’яжучого, вологості і гранулометричного складу

Частина 29 Визначення розмірів бітумомінерального зразка

Частина 30 Приготування зразків ударним ущільнювачем

Частина 31 Приготування зразків, гіраторний ущільнювач

Частина 32 Лабораторне ущільнення асфальтобетонних сумішей вібраційним ущільнювачем

Частина 33 Приготування зразка катком

Частина 34 Випробування за Маршалом

Частина 35 Лабораторне змішування

Частина 36 Визначення товщин асфальтового покриття

Частина 37 Гарячий пісок для випробувань на адгезивність попередньо вкритого в’яжучим матеріалом дрібнозернистого щебеню для HRA

Частина 38 Загальне обладнання та атестація

Частина 39 Визначення вмісту в’яжучого після випалювання

Частина 40 дренажна здатність у природних умовах

Частина 41 Опір до протиожеледних рідин

Частина 42 Кількість крупнозернистих сторонніх домішок у регенерованому асфальтобетоні

Частина 43 Опір до дії палива

Частина 44 Тріщиноутворення при випробуванні на згин

Частина 45 Стійкість до палива

Частина 46 Визначення низькотемпературної тріщиностійкості при осьовому розтягуванні

Частина 47 Визначення вмісти золи в натуральному асфальті

Частина 48 Міжшарова адгезійна міцність

Частина 49 Визначення тертя після полірування

Частина 50 Зносостійкість верхнього шару асфальтового покриття

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей.

Випробування на циклічний стиск

Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt.

Cyclic compression test

Чинний від 201X-XX-XX

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює три методи випробування (А1, А2 та В) для визначення опору бітумних сумішей до постійної деформації шляхом випробувань на циклічний стиск з обмеженням. Випробування дозволяють класифікувати різні суміші або перевірити придатність даної суміші. Вони не дозволяють робити кількісний прогноз реалістичного колієутворення.

Методи випробувань А1 та А2 установлюють способи визначення характеристик повзучості бітумних сумішей за допомогою випробування на одноосний циклічний стиску з певним обмеженням. У цьому тесті циліндричний зразок піддається циклічному осьовому навантаженню. Для мастикового асфальту віддається перевага методу А2, а для інших асфальтових сумішей – метод А1. Щоб досягти певного обмеження, діаметр навантажувального пластини приймається менше, ніж у зразка. У методі А1 зразок завантажується по блочному імпульсу, тоді як у методі А2 накладається гарвесинусоїдальне навантаження з періодом спокою.

Метод випробування В описує метод визначення характеристик повзучості бітумних сумішей за допомогою випробування на трьохосний циклічний стиск. У цьому тесті циліндричний зразок піддається певному

ефективному тиску та циклічному осьовому навантаженню. Цей тест найчастіше використовується для оцінки та розробки нових типів сумішей.

Цей стандарт застосований щодо випробувань зразків, підготовлених в лабораторії або зразків у вигляді кернів, взятих з дорожнього покриття. Максимальний розмір фракцій заповнювача не більше 32 мм.

Примітка 1. Обмеження зразка необхідно для прогнозування реалістичної поведінки колієутворення, особливо для сумішей з пропуском окремих гранулометричних фракцій з фракцією крупного щебеню.

Примітка 2. З метою відповідності EN 13108, умови випробування вказані у prEN 13108-20.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче 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 із змінами).

EN 12697-6 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 12697-29 Bituminous mixtures - Test method for hot mix asphalt -Part 29: Determination of the dimensions of a bituminous specimen

EN 12697-30 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 30: Specimen preparation by impact compactor

EN 12697-31 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 31: Specimen preparation by gyratory compactor

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

EN 12697-35 Bituminous mixtures - Test methods - Part 35: Laboratory mixing

EN 13108-20 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 20: Type Testing

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 12697-6 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 6. Визначення максимальної насипної щільності зразків асфальтобетону

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

EN 12697-30 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 30. Приготування зразків ударним ущільнювачем

EN 12697-31 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 31. Приготування зразків гіраторним ущільнювачем

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

EN 12697-35 Бітумомінеральні суміші. Методи випробувань гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 35. Лабораторне змішування

EN 13108-21 Бітумомінеральні суміші. Технічні умови. Частина 20. Методи випробувань

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 площа контакту *(contact area)*

частина пластини тиску, що контактує з зразком

3.2 крива повзучості *(creep courve)*

відображення сумарної осьової деформації зразка, встановлена у відсотках, як функція кількості прикладених навантажень

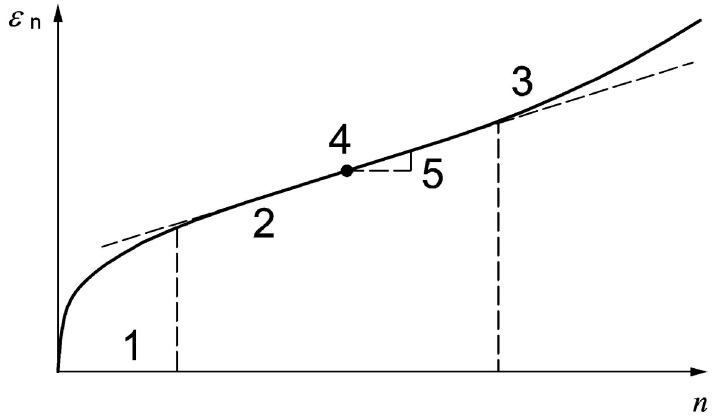
Примітка 1. Загалом, можна виділити наступні етапи (див. рис. 1):

– етап 1: (початкова) частина кривої повзучості, де схил кривої зменшується зі збільшенням кількості циклів навантаження;

– етап 2: (середня) частина кривої повзучості, де ухил кривої є квазіпостійним і може бути представлений швидкістю повзучості f_c (див. познаку 5 на рис. 1). Екстремальна точка кривої повзучості знаходиться на цьому етапі;

– етап 3: (остання) частина кривої повзучості, де ухил збільшується зі збільшенням кількості циклів навантаження.

Залежно від умов випробування суміші, один або кілька етапів можуть бути відсутніми



Пояснення:

ε_n – сумарне осьове навантаження;

n – кількість циклів навантаження;

1 – етап 1;

2 – етап 2;

3 – етап 3;

4 – екстремальна точка;

5 – швидкість повзучості f_c

Рисунок 1 – Приклад кривої повзучості

3.3 швидкість повзучості *(creep rate)*

нахил осьового навантаження зразка після заданої кількості циклів навантаження

3.4 постійна деформація *(permanent deformation)*

сумарна осьова деформація зразка після заданої кількості циклів навантаження

4 ПРИНЦИП

Цей метод випробування установлює стійкість до постійної деформації циліндричного зразка бітумомінеральної суміші при повторюваному навантаженні. Тестові зразки можуть бути виготовлені в лабораторії або взяті у вигляді кернів з дорожнього покриття.

Під час випробування вимірюється зміна висоти зразка при заданій кількості циклів навантаження. На підставі цього, сумарна осьова деформація ε_n зразка визначається як функція кількості циклів навантаження. Результати представлені на кривій повзучості відповідно до рисунка 1. По ній розраховуються характеристики повзучості зразка.

5 ОБЛАДНАННЯ

5.1 Контроль та система навантаження

ПК та програмне забезпечення для управління, зчитування та збору необхідних даних. Система управління повинна гарантувати, що під час випробування фізичний параметр, що підлягає контролю (сили), не показує надмірної модуляції. Датчик навантаження повинен мати діапазон вимірювання не менше ніж 5000 Н із точністю ± 10 Н. Усі комплектуючі повинні бути виготовлені з твердосплавної корозієстійкої сталі. Датчик навантаження повинен мати здатність генерувати прямокутний або гарвесиносоїдальний імпульс навантаження з періодами спокою або без

нього. Резонансні частоти датчика зсуву, як встановлено, повинні не менше ніж в 10 разів перевищувати частоту випробувань. Найчастіше застосовують випробувальні частоти в діапазоні від 0,5 Гц до 5 Гц.

Рекомендується, щоб контрольна система включала в себе програмований генератор функцій і схему керування, за допомогою якої можна генерувати бажаний сигнал навантаження.

5.2 Датчики зсуву

Система вимірювання деформації повинна включати в себе два датчики зсуву для вимірювання і реєстрації сумарної осьової деформації зразка шляхом вимірювання зміни відстані між навантажувальними пластинами під час усього випробування. Датчики повинні мати допуск не більше ніж 2% для діапазону вимірювання 5 мм.

Примітка. Інша кількість датчиків зсуву можлива, якщо доведено, що неоднорідну деформацію зразка вирівняно під час випробування.

5.3 Реєстрування даних, отриманих з обладнання

Для контролювання та збирання сигналів від датчиків навантаження і зсуву повинні бути надані системи збору даних.

Рекомендується система для графічного спостереження кривої повзучості під час випробування.

5.4 Термостатична камера

Термостатична камера для підтримання у зразка заданої температури випробування з точністю контролю температури ± 0,5 °C.

Рекомендується вибрати достатньо велику термостатичну камеру, щоб під час випробування можна було акліматизувати всередині термостатичної камери додаткові зразки.

5.5 Вимірювальні прилади та допоміжне обладнання

5.5.1 Балансирні ваги та інше обладнання, що необхідне для визначення об'ємної щільності відповідно до EN 12697-6.

5.5.2 Штангенциркуль або інший відповідний інструмент для визначення розмірів зразка відповідно до EN 12697-29.

5.5.3 Кутовий вимірювач (транспортер), який повинен бути здатним вимірювати до ± 0,5 ° для контролю нерівності зразка.

5.5.4 Термометр відповідного діапазону, який повинен бути здатним вимірювати з точністю до ± 0,1 °C для визначення температури зразка та середовища для зберігання та випробування.

5.5.5 Система для зменшення тертя між зразком і навантажувальною пластиною, див. 7.5.3 та/або 8.4.3.

6 ПІДГОТУВАННЯ ЗРАЗКА ДО ВИПРОБУВАННЯ

6.1 Кількість зразків

Необхідно підготувати для випробування не менше ніж три зразки.

6.2 Випробування зразка на стиск

Для ущільненого асфальтобетону випробування проводять на:

– зразках, підготовлених в лабораторії обертальним ущільненням відповідно до EN 12697-31;

– пробні зразки, висвердлені з асфальтової плити, виготовленої в лабораторії, роликовим пресом відповідно до EN 12697-33;

– зразки, підготовлені з досліджуваного зразка із свердловини, взятого з дороги відповідно до EN 12697-27;

– зразки, підготовлені в лабораторії ущільнювачем ударного типу відповідно до EN 12697-30.

Примітка 1. Спосіб ущільнення має значний вплив на результати.

Примітка 2. Для типового випробування: метод ущільнення відповідно до EN 13108-20.

6.3 Підготування зразків із мастикового асфальту до випробування

6.3.1 Допоміжне обладнання для підготування зразка до випробування:

– циліндрична сталева форма, що складається з кільця (внутрішній діаметр (148 ± 5) мм, висотою більше або рівною 70 мм, товщиною сталі

більше або рівною 6 мм, нижньої пластини (діаметр повинен бути на 2 (± 1) мм менше, ніж внутрішній діаметр кільця);

– пресформи відповідного розміру, щоб зразки у вигляді кернів могли бути відібрані не менше ніж 20 мм від краю (у випадку 6.3.3);

– дерев'яний брус для вирівнювання мастикового асфальту

– пресувальний пристрій;

– антиадгезивна змазка (наприклад, силіконовий жир або гліцерин)

– силіконовий паперовий диск із таким самим діаметром (± 1 мм) як нижня пластина;

– керновий бур з внутрішнім діаметром (148 ± 5) мм, якщо випробовуються зразки у вигляді кернів.

6.3.2 Порядок виконання формування зразка

Форму нагрівають в термостатичній камері до температури (150 ± 10) °C, наносять антиадгезивну смазку на внутрішню поверхню, покладіть його на вершину нижньої плитки та покладіть силіконові паперові диски у форму.

Суміш підігрівають, не допускаючи циркуляції свіжого повітря у камері або термостатично регульованій нагрівальній колбі, до стандартної температури відповідно до EN 12697-35 або температури, зазначеної виробником.

Максимальну температуру перевіряють в національних нормах. Якщо суміш в’язкопластична при температурі, вказаній у них, то її можна використовувати замість температури відповідно до EN 12697-35.

Однорідну асфальтобетонну суміш засипають у пресформу та ущільнюють у пресформі двома шарами, у тому числі і зверху.

Як тільки зразок охолоне до температури від 18 °C до 28 °C, вийміть його з прес-форми та покладіть на плоску основу.

6.3.3 Порядок виконання для зразків у вигляді кернів

Як альтернатива, зразки можуть бути відібрані з ділянки або виготовлені в лабораторії у вигляді плит. Плита повинна мати висоту не

менше ніж 65 мм. Необхідну кількість асфальтобетонної суміші наповнюють у форму у два шари. Після охолодження плити, зразки можуть бути пробурені керновим буром із внутрішнім діаметром (148 ± 5) мм. Зразки у вигляді кернів повинні бути взяті не менше ніж 20 мм від країв плити.

6.4 Підготування поверхні зразка

Торцеві частини зразка повинні бути рівними і паралельними один до одного, що досягається шляхом розпилювання двох кінців зразка. Рекомендується використовувати алмазну пилу, оснащену паралельними дисками. Кінці повинні бути паралельними та перпендикулярними до осі циліндра з відхиленням не більше ніж 3°, який вимірюють приладом для вимірювання кута/транспортиром. Для грубого контролю рівності проводять рукою по поверхні. Якщо на дотик поверхня не має дефектів, то вона відповідає вимогам, в іншому випадку вона вимагає полірування.

6.5 Визначення об’ємної щільності

Об'ємну щільність зразка вимірюють відповідно до вимог, наведених в EN 12697-6.

6.6 Сушіння зразка

Перед випробуванням зразки сушать до постійної маси у повітрі при відносній вологості повітря не більше ніж 80% при температурі не вище ніж 20 °C.

Зразок вважається сухим після не менше ніж 8 годин часу сушіння, і, якщо показники двох зважувань, що виконані не менше ніж через 4 години один від одного, розрізняються менше ніж на 0,1%.

6.7 Розміри

Розміри вимірюють на сухому зразку відповідно до EN 12697-29.

7 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ А – ВИПРОБУВАННЯ НА ОДНООСЬОВИЙ ЦИКЛІЧНИЙ СТИСК З ОБМЕЖЕННЯМ

7.1 Принцип

Циліндричний зразок з номінальним діаметром 150 мм, що підтримують в умовах підвищеної температури, розміщують між двома плоскопаралельними навантажувальними пластинами. Нижня пластина повинна мати площу, що виходить як мінімум на 5 мм за межі зразків. Нижня поверхня (нижня пластина), як і верхня пластина повинні бути виготовлені з твердосплавної корозієстійкої сталі з полірованою (рівною і гладкою) поверхнею. Вага верхньої навантажувальної пластини вважається статичним (постійним) навантаженням, якщо вона не закріплена на апараті для випробовування.

7.2 Метод випробування А1 – блокування імпульсного навантаження

7.2.1 Верхня навантажувальна пластина

Верхня навантажувальна пластина має діаметр 100 мм (з урахуванням нахилу поверхня тиску на випробувальний зразок має реальний діаметр 96 мм).

Розміри верхньої пластини повинні складати: діаметр (100 ± 0,5) мм, товщина (25 ± 0,5) мм і маса (1,55 + 0,05) кг. Пластина у нижньої кромки повинна мати скіс згідно з рисунком 2, який забезпечує кругову поверхню навантаження діаметром (96 ± 1) мм. Верхня пластина повинна бути забезпечена полусферичним саморегулюючим кріпленням, а нижню пластину фіксують або утримують на місці, наприклад, системою втулки / паза.

Примітка. Нахил нижнього кромки також можна округлити.

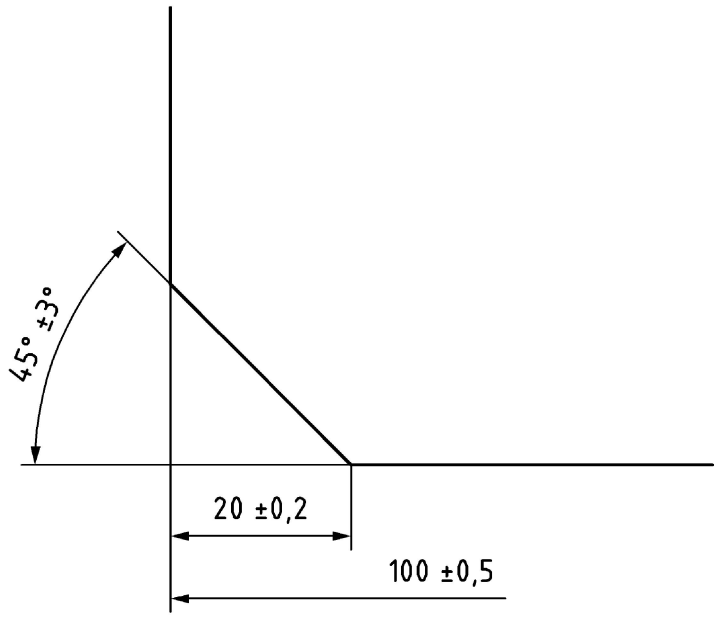


Рисунок 2 – Нижня кромка пластини

7.2.2 Імпульсне навантаження

Схематичне зображення випробувальної установки наведено на рисунку 3. Прикладення додаткового бокового тиску відсутнє.

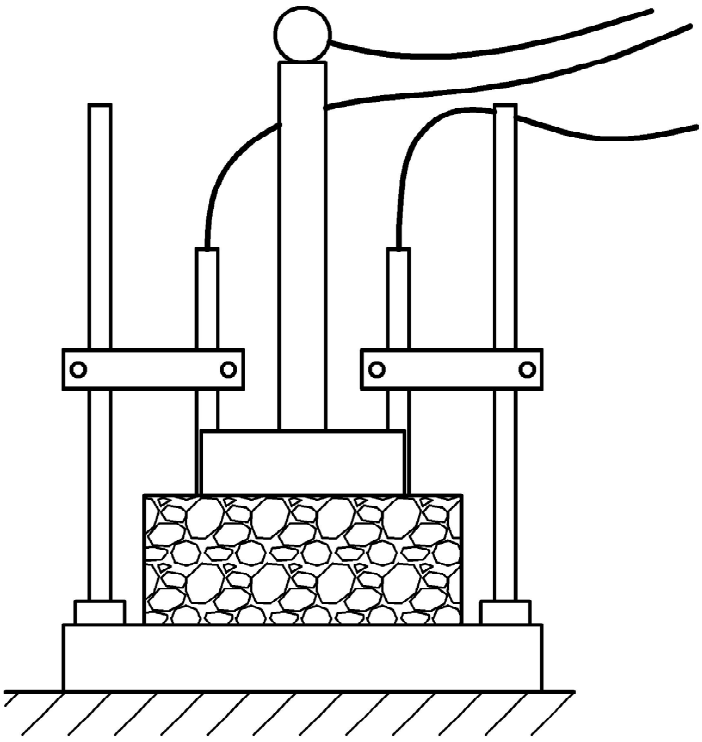
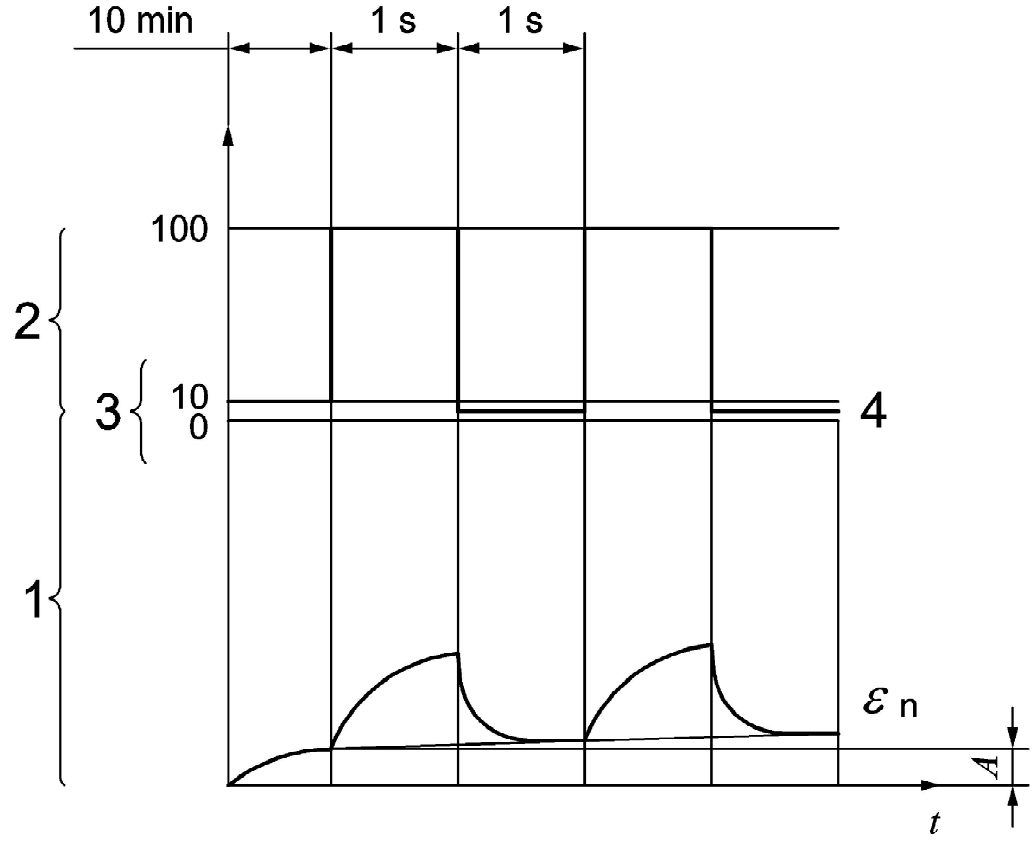


Рисунок 3 – Випробувальна установка

Зразок завантажується прямокутним (див. рисунок 4 та рисунок 5) та періодичним вертикальним імпульсом напруги з частотою 0,5 Гц і навантаженням (100 ± 2) кПа.

Примітка. Для цього методу випробувань використовують пневматичні випробувальні прилади.



Познаки

1 – навантаження, у відсотках (%)

2 – тиск, кПа

3 – попереднє навантаження, кПа

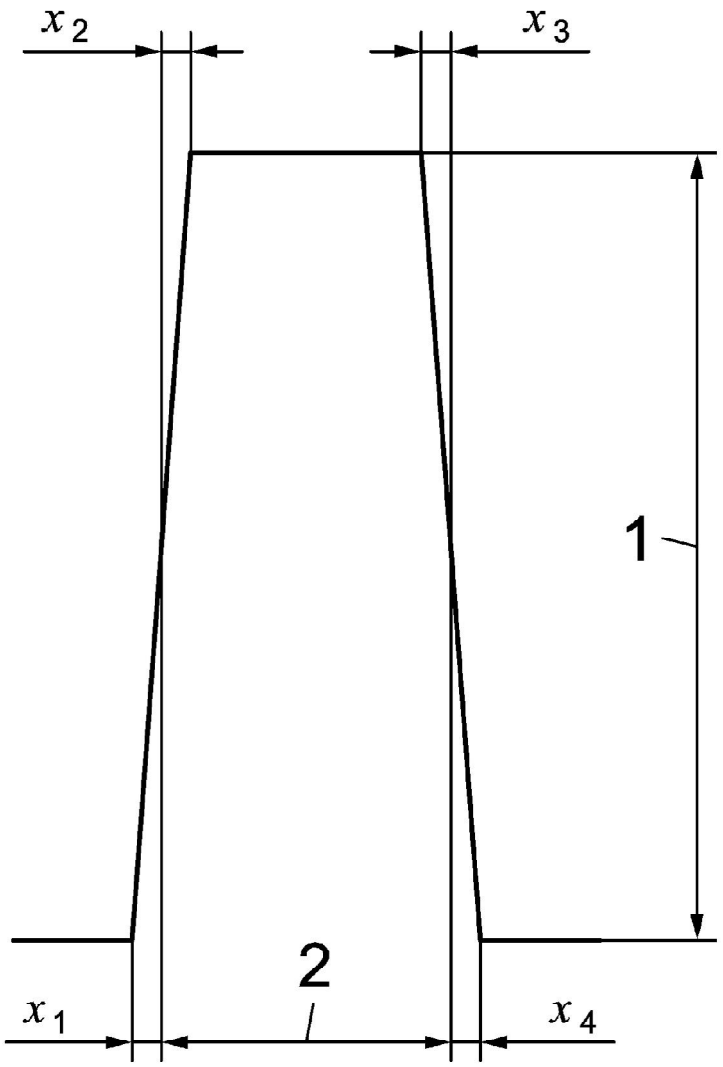
4 – мінімальний тиск, кПа

t – час, с

A – тиск від попереднього навантаження, кПа

ε_n – постійна деформація

Рисунок 4 – Крива тиску та напруги для прямокутно-імпульсного навантаження



Познаки

1 – навантаження

2 – тривалість імпульсу

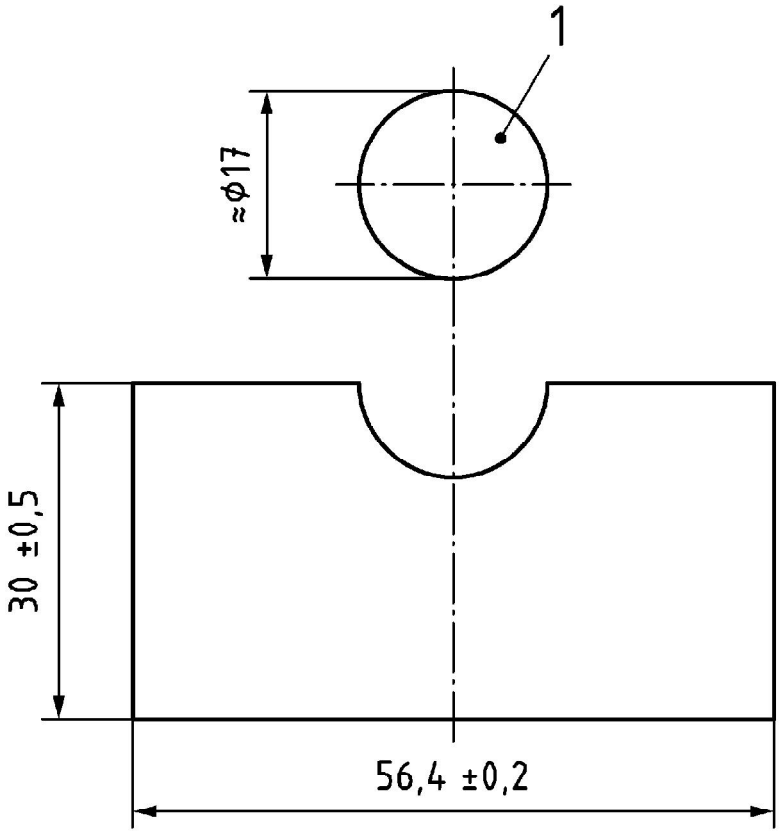
$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 < 20$ % усього імпульсу

Рисунок 5 – Крива навантаження від прямокутного імпульсу навантаження

7.3 Метод випробування A2 – гарвесинусоїдальне навантаження

7.3.1 Верхня навантажувальна пластина

Верхня навантажувальна пластина має діаметр 56,4 ± 0,2 мм (в результаті чого площа навантаження становить 2500 мм^2), товщина (30 ± 0,5) мм і маса (0,59 ± 0,05) кг. Схематичне зображення верхньої пластини представлено на рисунку 6.



Познаки

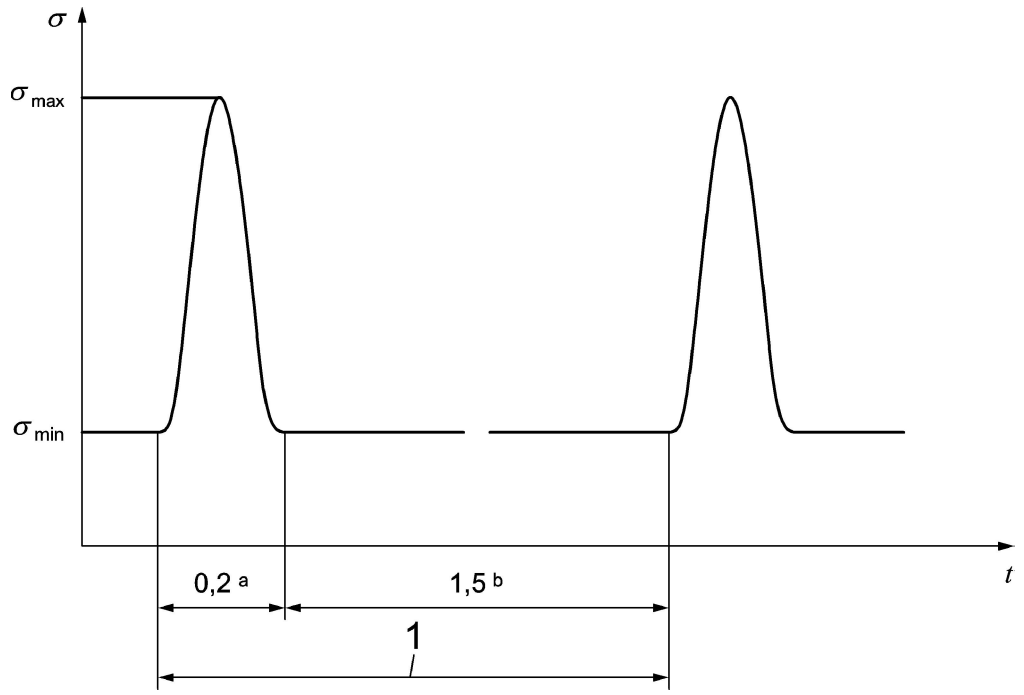
1 – Сталева сфера: дозволяє регулювати нерівномірні поверхні зразка

Рисунок 6 – Верхня навантажувальна пластина для методу випробування А2

7.3.2 Імпульсне навантаження

Зразок піддають циклічному осьовому гарвесиносоїдальному імпульсу з періодом спокою (рисунок 7). Навантажувальний імпульс має тривалість 0,2 с з періодом спокою 1,5 с між навантажувальними імпульсами (див. рисунок 7).

Примітка. Для цього методу випробування використовують гідравлічні випробувальні прилади.



Познаки

1 – цикл навантаження

a – імпульс навантаження

b – період спокою

σ – тиск, кПа

t – час, с

σ_{min} – мінімальний імпульсний тиск, кПа

σ_{max} – максимальний імпульсний тиск, кПа

Рисунок 7 – Крива навантаження від гарвесиносоїдального імпульсу навантаження

7.4 Зразок

Зразок повинен мати такі розміри:

– зразок повинен мати висоту (60 ± 2) мм та діаметр (148 ± 5) мм;

– відхилення від розмірів, встановлені відповідно до вимог, наведених в EN 12697-29, і не повинні різнитися більше ніж на 1,0 мм для висоти та 2,0 мм – для діаметра.

У випадку випробування зразків з дорожнього покриття та недостатньої висоти окремих зразків, два зразки можуть бути розміщні один на другому (але не більше двох). Ті ж вимоги щодо рівності та плоскопаралельності, які застосовують до одного зразка, повинні відповідати кожному зі зразків, складених разом. Кожний із зразків повинен мати висоту не менше ніж 25 мм (два зразки, складені разом повинні мати

висоту (60 ± 2) мм). Зразки складають разом без застосування будь-яких речовин.

Необхідно уникати пошкодження зразка на всіх етапах відбору зразків, транспортування та підготування перед випробуванням. Під час транспортування та зберігання плита та зразок у вигляді кернів повинні бути повністю захищені від деформації або пошкодження.

7.5 Умови поводження

7.5.1 Умови зберігання

Зразки повинні зберігатися від 14 днів до 42 днів з моменту їх виготовлення за температури не вище ніж 20 °C. Зразки повинні мати опору по всій їх площі та не повинні бути укладені один на одного. необхідно уникати будь-яких пошкоджень.

Примітка 1. Час зберігання впливає на механічні властивості досліджуваного зразка.

Для іншого випробування та інших сфер застосування, крім маркування CE, можуть бути застосовані інші умови поводження.

Примітка 2. Для конкретних видів бітумних сумішей, і якщо дані є відомими, тиск для даного періоду витримки може бути розраховано за процедурою, наведеною у Додатку А.

7.5.2 Очищення та сушіння зразків

У разі необхідності зразки повинні бути очищені щіткою або промиванням згідно вимог.

У разі необхідності зразки повинні бути висушені при температурі не вище ніж 20 ° C до постійної маси.

7.5.3 Зменшення тертя між навантажувальними пластинами

Для зменшення тертя між зразком і навантажувальною пластиною можуть бути використані мастильні матеріали або суміш гліцерину з тальком для обмазування плоскопаралельних ділянок зразка.

7.5.4 Температурний режим

Тестові зразки повинні бути витримані за заданої температури випробування.

Примітка 1. Температура випробувань зазвичай становить від 30 °С до 50 °С.

Примітка 2. Можливо провести контроль температури зразка, використовуючи пробний зразок.

7.6 Порядок випробування

7.6.1 Температура випробування

Температура випробовування повинна бути у межах ± 0,5 °С протягом усього випробування.

7.6.2 Розміщення зразка в установці для випробування

Випробуваний зразок повинен бути розташований між двома пластинами та точно вирівняний паралельно осі випробування. Два датчики зсуву повинні розташовуватися на навантажувальній пластині симетрично, щоб навіть нерівномірність осьового навантаження зразка була протилежна іншому. Випробування не повинен починатися, доки випробовуваний зразок не досягне зазначеної температури випробувань у межах ± 0,5 °С.

7.6.3 Випробування зразка

7.6.3.1 Умови поводження (Метод А1)

Повинно бути прикладене попереднє навантаження. Точність контролю попереднього тиску повинна бути ± 10% або вище.

Примітка 1. Типове значення для випробувань ущільненого асфальтобетону за методом А1 становить (72 ± 7) Н (це відповідає попередньому навантаженню (10 ± 1) кПа на зразок з діаметром навантажувальної поверхні 96 мм), який прикладають протягом (120 ± 6) с.

Примітка 2. Верхня навантажувальна пластина створює постійне статичне навантаження, яке не входить у циклічне навантаження.

Реєстрацію деформації зразка починають безпосередньо після попереднього навантаження.

Одразу після закінчення часу попереднього навантаження, попереднє навантаження повинно відповідати вимогам, наведеним у EN 13108-20, та 7.2.2 цього стандарту.

Для випробовувань за методом А1, де застосовується прямокутне імпульсне навантаження (див. 7.2.2), час навантаження для кожного імпульсу повинен бути (1 ± 0,05) с. Точність періоду навантаження повинна бути ± 10% або вище. Імпульс навантаження зображений на рисунках 4 та 5. Кожний період спокою між імпульсами повинен бути (1 ± 0,05) с, що відповідає частоті приблизно 0,5 Гц. Загальна кількість прикладених імпульсів повинна бути n_{max} = 3600 (загальний час випробування складає приблизно 2 години). Типове значення осьового навантаження складає (724 ± 14) Н (що відповідає навантаженню (100 ± 2) кПа для зразка діаметром 96 мм) та мінімальне навантаження протягом періоду спокою – (15 ± 5) Н.

7.6.3.2 Умови навантаження (Метод А2)

Попереднє навантаження застосовують (200 ± 5) Н протягом (30 ± 5) с. Одразу після закінчення часу попереднє навантаження має бути завершеним, попереднє навантаження повинно відповідати вимогам, наведеним у EN 13108-20, та 7.3.2 цього стандарту.

Для випробовувань за методом А2, де застосовується гарвесинусоїдальне навантаження (див. 7.3.2), час навантаження для кожного імпульсу повинен бути (0,2 ± 0,005) с з періодом спокою (1,5 ± 0,05) с між імпульсами. Цикл навантаження зображений на рисунку 7. Загальна кількість циклів навантаження повинна бути n_{max} = 5000. Типові значення для осьових навантажень:

– (875 ± 5) Н, що відповідає навантаженню (350 ± 5) кПа для діаметра навантажувальної пластини (56,4 ± 0,2) мм для максимального імпульсного навантаження та

– (200 ± 5) Н, що відповідає навантаженню (80 ± 5) кПа для діаметра навантажувальної пластини (56,4 ± 0,2) мм для мінімальної паузи навантаження.

7.6.4 Вимірювання постійної деформації

Реєстрацію деформації зразка необхідно розпочинати одразу після початку попереднього імпульсного навантаження.

Під час випробування потрібно проводити регулярні вимірювання загальної постійної деформації. Як мінімум, значення повинні фіксувати після наступної кількості циклів навантаження: 2, 4, 6, 8, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 200, 300 і т. д. до максимальної кількості прикладених циклів n_{max}. Загальну постійну деформацію після циклу навантаження вимірюється протягом останніх 0,2 с відповідного періоду спокою як середнє значення для не менше ніж 10 одиночних вимірювань.

7.6.5 Закінчення навантаження

Завантаження зупиняють після циклів завантаження n_{max}. Для методу випробування А1 – n_{max} = 3600 циклів навантаження. Для методу випробування А2 – n_{max} = 5000 навантажувальних циклів.

Якщо постійна деформація перевищує 5 мм, навантаження закінчують. Фіксують кількість циклів навантаження, що відповідає 5 мм.

7.7 Розрахунок та відображення результатів

7.7.1 Залишкова постійна деформація

7.7.1.1 Сумарна постійна деформація

Сумарна постійна деформація після прикладених циклів n навантажень, u_n , повинна бути розрахована у міліметрах (мм) за формулою (1):

$$u_n = |h_0 - h_n| \ , \qquad (1)$$

де u_n – сумарна постійна деформація зразка після n прикладених циклів навантаження, в міліметрах (мм) з точністю до 0,01 мм;

h_0 – середня висота верхньої навантажувальної пластини, виміряна датчиками зсуву безпосередньо після закінчення попереднього навантаження зразка, у міліметрах (мм) з точністю до 0,01 мм;

h_n – середня висота верхньої навантажувальної пластини, виміряна датчиками зсуву після n циклів навантажування, у міліметрах (мм) з точністю до 0,01 мм.

7.7.1.2 Сумарна осьова деформація

Сумарна осьова деформація після n циклів навантаження, ε_n обчислюється у відсотках (%) з точністю до 0,01% за формулою (2):

$$\varepsilon_n = \frac{u_n}{t_i}\,, \tag{2}$$

де ε_n – сумарна осьова деформація зразка після n циклів навантаження, у відсотках (%);

u_n – сумарна постійна деформація зразка після n прикладених циклів навантаження, в міліметрах (мм) з точністю до 0,01 мм;

t_i – початкові товщини зразка в міліметрах.

Якщо сумарна осьова деформація перевищує 4%, складають графік загальної деформації відповідно до кількості циклів навантаження, оскільки повинна бути вказана імовірність руйнування зразка (етап 3 кривої повзучості). У протоколі випробувань повинно бути зазначено, що постійна деформація наприкінці навантаження перевищує 4%. Повинна бути зазначена кількість циклів навантаження, що відповідають 4%.

7.7.2 Швидкість повзучості та модуль повзучості

За необхідності, розраховують швидкість повзучості f_c, в циклі мікрононапруги/навантаження, і модуль повзучості, E_n, в мегапаскалях, за наступними рівняннями для заданого інтервалу циклів навантаження (n_1, n_2):

$$f_c = \frac{\varepsilon_{n1} - \varepsilon_{n2}}{n_1 - n_2} \cdot 10000\,, \tag{3}$$

де f_c – швидкість повзучості в імпульсах мікронапруги/навантаження з точністю до 0,01 імпульсів мікронапруги/навантаження;

ε_{n1}; ε_{n2} – сумарне осьове навантаження зразка після n_1, n_2 прикладених навантажень у відсотках (%);

n_1, n_2 – кількість циклів навантаження, що повторюються.

$$E_n = \frac{\sigma}{10\varepsilon_n}, \quad (4)$$

де E_n – модуль повзучості після n прикладених навантажень в мегапаскалях (МПа);

ε_n – сумарне осьове навантаження зразка після n прикладених навантажень у відсотках (%) з точністю 0,01 %;

σ – прикладений тиск в кілопаскалях (кПа);

Якщо сумарне осьове навантаження перевищує 4% та наведений графік показує перехід точки перелому, то екстрапольована лінія з найменшим нахилом дає швидкість повзучості.

7.8 Протокол випробувань

7.8.1 Загальні положення

Протокол випробувань повинен містити посилання на цей стандарт та включати інформацію про зразки та результати випробувань:

7.8.2 Інформація про зразки

Для кожного комплекту зразків в протоколі випробувань надається така інформація:

a) тип та походження випробуваного матеріалу;

b) ідентифікаційний номер зразка;

c) метод виготовлення зразка: виготовлений в лабораторії (дивись відповідний EN) з показником прикладеної сили ущільнення (якщо застосовують) або у вигляді кернів, взятих з дорожнього покриття;

d) початкова товщина зразка в міліметрах, мм;

e) середній діаметр в міліметрах, мм;

f) об’ємна щільність, в мегаграмах на кубічний метр з точністю до 0,001 Мг/м^3;

g) вік зразків та умови складування, за яких вони зберігалися;

h) додаткові спостереження (включаючи кількість зіпсованих зразків).

7.8.3 Інформація про умови випробування

Для кожного набору тестових зразків у протоколі випробувань надають таку інформацію:

a) температура випробування;

b) застосований метод випробування та тип імпульсного навантаження (A1, прямокутний або A2, гарвесиносоїдальний), час навантаження імпульсу та період спокою;

c) застосована максимальна напруга, в кілопаскалях, кПа;

d) застосована мінімальна залишкова напруга, в кілопаскалях, кПа;

e) максимальне кількість прикладених циклів навантаження, n_{max}.

c) характеристики повзучості, за необхідності;

d) середні характеристики повзучості, за необхідності.

7.8.4 Результати тестів

Для кожного зразка в протоколі випробувань повинна бути надана така інформація:

a) сумарна постійна деформація після циклів навантаження n_{max} у міліметрах, мм

1) для методу випробовування A1 повідомляється сумарна деформація після n = 3600 циклів навантаження;

2) для текстового методу A2 повідомляються сумарні деформації після n = 2500 та n = 5000.

b) сумарна осьова деформація після циклів завантаження $n_{\max}$ у відсотках, %;

1) для методу випробовування A1 повідомляється сумарна осьова деформація після n = 3600 циклів навантаження;

2) для текстового методу A2 повідомляється сумарна осьова деформація після n = 2500 та n = 5000.

7.8.5 Точність

Точність дослідження методу випробування А1 (навантаження прямокутного імпульсу) показала значення повторюваності та відтворюваності (див. VTI, від 24-2001, написані H. Hakim та L. Viman):

– повторюваність r; приблизно 17,3%;

– відтворюваність R; приблизно 21,5%.

8 МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ В – МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ НА ТРИОСЬОВИЙ ЦИКЛІЧНИЙ СТИСК

8.1 Принцип

Цей метод випробування визначає стійкість до постійної деформації циліндричного зразка асфальтобетонної суміші. Зразок виготовлюють у лабораторії або у вигляді керна з дорожнього покриття.

Циліндричний зразок, що витримується за підвищеної температури підготування, розміщують між двома плоскопаралельними навантажувальними пластинами. Зразок піддають триосьовому тиску, σ_c, на який накладається циклічний осьовий тиск $\sigma_A(t)$.

Можна застосовувати динамічний триосьовий тиск. У цьому випадку потрібно внести такі формули.

Циклічний осьовий тиск може бути:

а) гаверсинусоїдальний тиск $\sigma_A(t)$, з амплітудою σ_V згідно з рисунком 8:

$$\sigma_A(t) = \sigma_c + \sigma_V \cdot (1 + \sin(2\pi \cdot f \cdot t - \pi/2)), \quad (5)$$

де $\sigma_A(t)$ – циклічний осьовий тиск як функція часу, в кілопаскалях (кПа);

σ_c – трьохосьовий тиск (на усі боки зразка), в кілопаскалях (кПа);

σ_V – амплітуда гарвесинусоїдального тиску, в герцах (Гц);

f – частота імпульсів навантаження, в герцах (Гц);

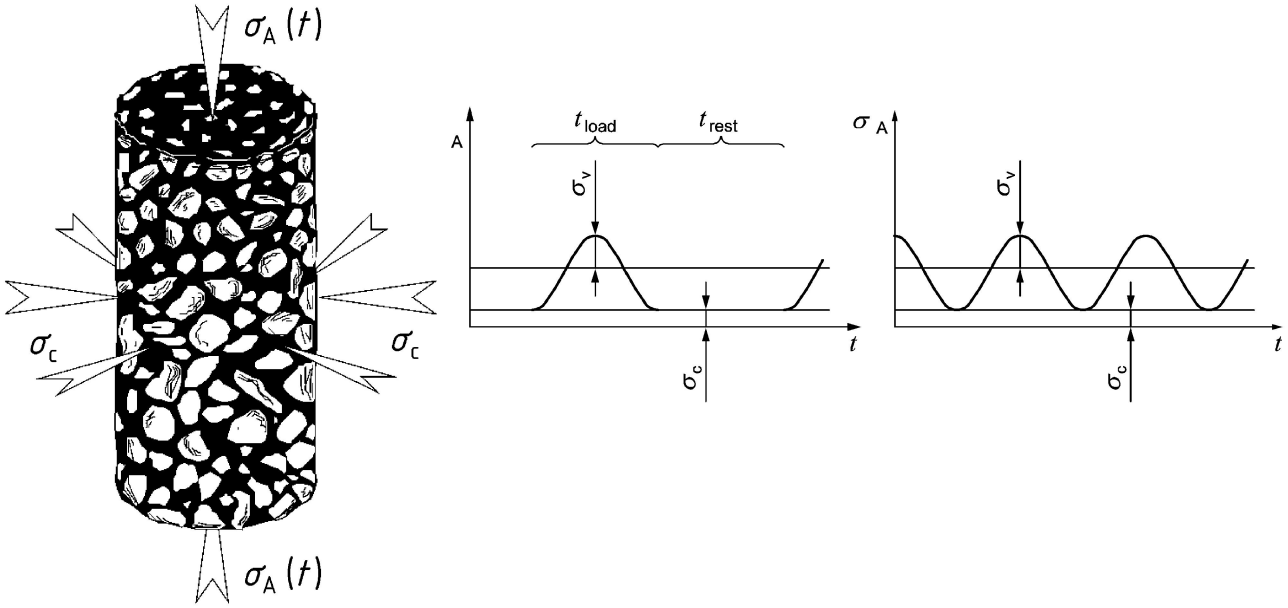
t_{load} – тривалість імпульсу навантаження;

t_{rest} – тривалість періоду спокою між двома імпульсами навантаження;

t – час, в секундах (с).

Примітка 1. Для гарвесинусоїдального сигналу частота навантаження відповідає тривалості навантаження імпульсу: $f = 1 / t_{load}$.

Якщо застосовують триосьовий тиск менш ніж 25 кПа (наприклад, для моделювання одноосьового випробування зразків), для уникнення підняття навантажувальної пластини з поверхні випробувального матеріалу під час випробування повинні застосовувати мінімальне осьове навантаження 25 кПа.



Пояснення

σ_A загальний осьовий тиск, кПа

σ_c трьохосьовий тиск

σ_V амплітуда гарвесинусоїдального тиску

at час, с

t_{load} тривалість імпульсу навантаження

t_{rest} тривалість періоду спокою

Рисунок 8 – Представлення тиску на зразок у випадку гарвесинусоїдального циклічного навантаження з та без періодів спокою

b) прямокутно-імпульсний тиск $\sigma_A(t)$ з висотою σ_B згідно з рисунком 9.

Результуючий загальний тиск:

$$\sigma_A(t) = \sigma_c + \sigma_B(t), \qquad (5.a)$$

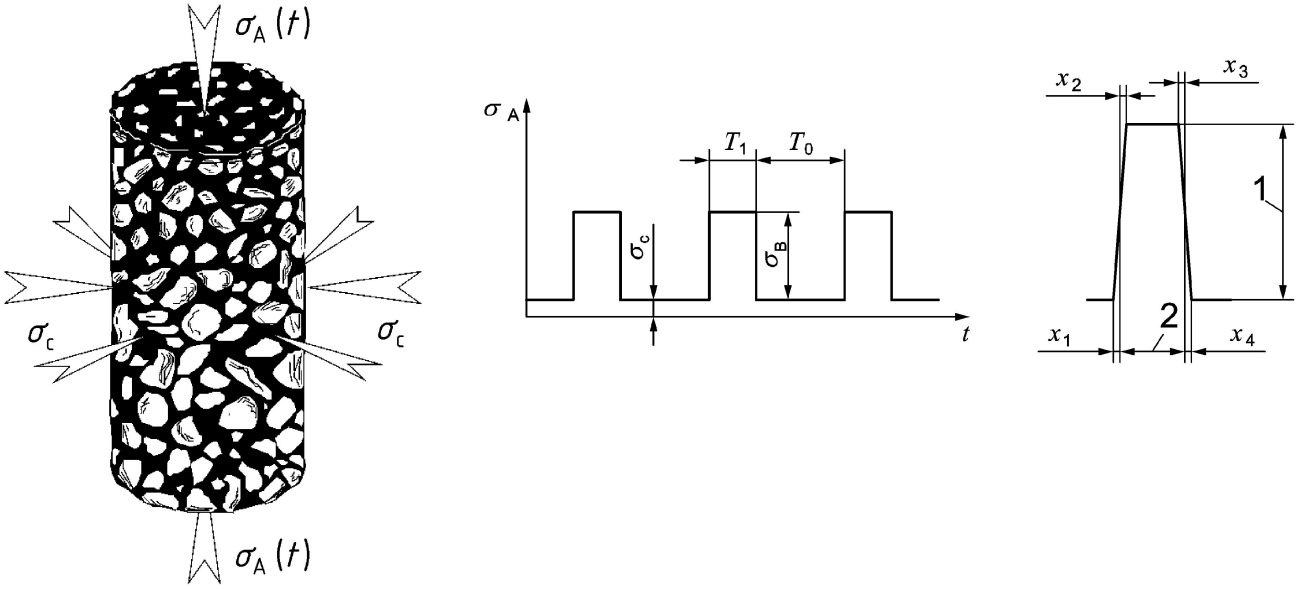
де $\sigma_A(t)$ – циклічний осьовий тиск як функція часу, в кілопаскалях (кПа);

$\sigma_A(t)$ – дорівнює σ_B протягом періоду імпульсу T_1 та дорівнює σ_c протягом періоду спокою T_0;

σ_c – трьохосьовий тиск, в кілопаскалях (кПа);

σ_B – висота прямокутного імпульсу, в кілопаскалях (кПа).

В обох випадках допускається мала напруга від постійного навантаження максимум $0{,}02\cdot(2\cdot\sigma_V + \sigma_c)$ у випадку гарвесинусоїдального навантаження та $0{,}02\cdot(2\cdot\sigma_B + \sigma_c)$ – (для прямокутно-імпульсного навантаження).



Пояснення

σ_A загальний осьовий тиск, кПа

σ_c триосьовий тиск

σ_B висота прямокутного імпульсу

t час, с

1 висота прямокутного імпульсу σ_B

2 період імпульсу $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 < 20$ % усієї тривалості імпульсу

T_1 тривалість імпульсу

T_0 період спокою

Рисунок 9 – Представлення тиску на зразок у випадку прямокутно-імпульсного циклічного навантаження

Під час випробування вимірюють зміну висоти зразка при визначеній кількості циклів навантаження. За його результатами визначають сумарну осьову деформацію ε_n (постійну деформацію) зразка як функцію кількості циклів навантаження. Результати відображають на кривій повзучості, як показано на рисунку 1. По ній розраховують характеристики повзучості зразка.

Примітка 4. Фактичні умови напруження в дорожньому покритті не можуть бути змодельовані в лабораторії з використанням простого випробувального обладнанням. Вони залежать від часу (положення колеса), структури дорожнього покриття, глибини структури, жорсткості інших шарів та інших аспектів. Таким чином, застосовані умови навантаження є лише наближенням до навантажень, які виникають насправді. Можна припустити, що застосуванню циклічної трьохосьової напруги слід віддавати перевагу над статичною трьохосьовою напругою. Однак, враховуючи згадані вище міркування та той факт, що циклічні трьохосьові напруги вимагають складного та дорогого обладнання, воно не застосовується для типових випробовувань.

Результати тесту залежать від умов напруження, від температури випробування, частоти та періоду спокою, а також від розмірів зразків. Результати, отримані при гарвесинусоїдальному навантаженні, не можуть бути кількісно порівняні з результатами прямокутно-імпульсного навантаження через наявність періодів спокою та різної форми сигналу. Повне порівняння результатів на трьохосьовий стиск можливо тільке, якщо вони отримані в однакових умовах випробування. Також, у випадку, коли результат тесту використовують для перевірки прийнятності даної суміші, результати повинні оцінювати відповідно до конкретних вимог, пов'язаних із чітко визначеними умовами випробувань.

8.2 Обладнання та випробувальна система

8.2.1 Загальні положення

Осьова система навантаження має складатися з двох сталевих навантажувальних пластин, між якими розміщують зразок. Трьохосьовий тиск і осьовий циклічний тиск прикладають за допомогою серво-

гідравлічної, пневматичної, електромагнітної або іншої відповідної для цього системи.

Випробуваний зразок повинен бути захищений відповідним чином від впливу на нього навколишнього середовища. Необхідно запобігти прямому контакту між стискаючими газами (повітрям) або рідинами (вода, олія), з одного боку, та зразком, з іншого боку.

Примітка 1. Для захисту може бути використана гумова фольга.

Залежно від способу застосування триосьового тиску, приймають три типи триосьових випробувальних систем. Вони представлені на рисунках 10 – 12.

a) У випробувальній системі, представленій на рисунку 10, зразок цілком, включаючи верхню та нижню пластини, повинен бути розміщений у гумовий мішок (або фольгу). Гумовий мішок повинен ізолювати пластини по периметру для запобігання можливого проникнення води, масла або повітря.

Примітка 2. Це може бути досягнуто за допомогою ущільнюючих кілець.

Усю конструкцію встановлюють у випробувальну установку, навколо зразка розміщують датчик тиску. Після цього застосовують триосьовий циклічний тиск шляхом створення надлишкового тиску (використовуючи воду, масло або повітря як середовище). Після цього прикладають осьове циклічне навантаження.

b) у випробувальній системі, представленій на рисунку 11, на випробовуваний зразок повинен бути прикладений бічний триосьовий циклічний тиск шляхом розміщення його в "кільці тиску".

Примітка 3. Це може бути досягнуто шляхом встановлення внутрішньої трубки шини відповідного розміру та накручення цієї шини навколо зразка.

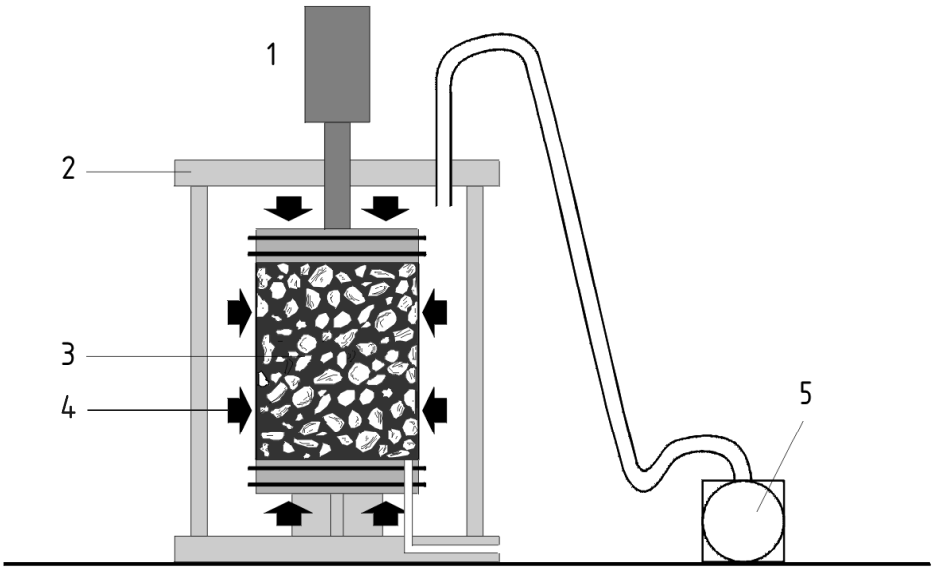
Перед відповідним поперечним триосьовим стисканням зразок розміщують в установці, а навантажувальні пластини прикладають до зразка. Після застосованого поперечного трьохосьового тиску постійна осьова деформація (рівнв тиску накачування) через пластини

прикладається для створення стискаючої напруги навколо зразка. Після цього здійснюють осьове циклічне навантаження.

c) у тестовій системі, зображеній на рисунку 12, триосьовий тиск реалізують шляхом застосування парціального вакуумування до зразка. Зразок ізолюють за допомогою гумової мембрани.

Ізоляція забезпечується за допомогою використання на обох кінцях двох ущільнюючих кілець, які знаходяться в спеціально вирізаних пазах по периметру двох пластин спеціальної конструкції. Для видалення повітря нижня пластина може, наприклад, бути або порожнистою, або мати ряд дренажних отворів, розташованих радіально по її верхній поверхні. Вона також може мати, вихідну трубу, що установлена в основі і, яка з'єднується через регулятор тиску та датчик з вакуумним насосом.

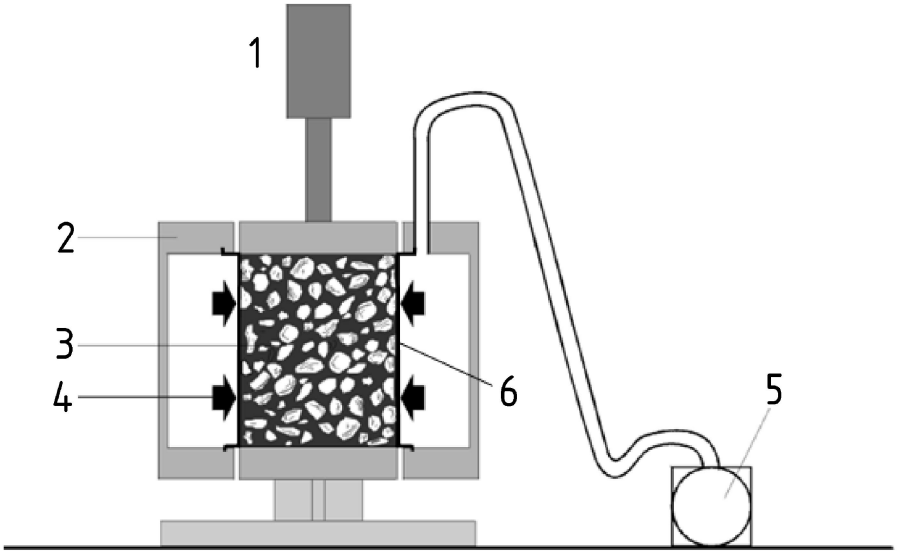
Ефективний триосьовий тиск на зразок здійснюють шляхом видалення з нього повітря. Після цього прикладають осьове циклічне навантаження.



Пояснення

1	привід динамічного тиску	4	триосьовий тиск
2	датчик тиску	5	компресор
3	ізольований зразок		

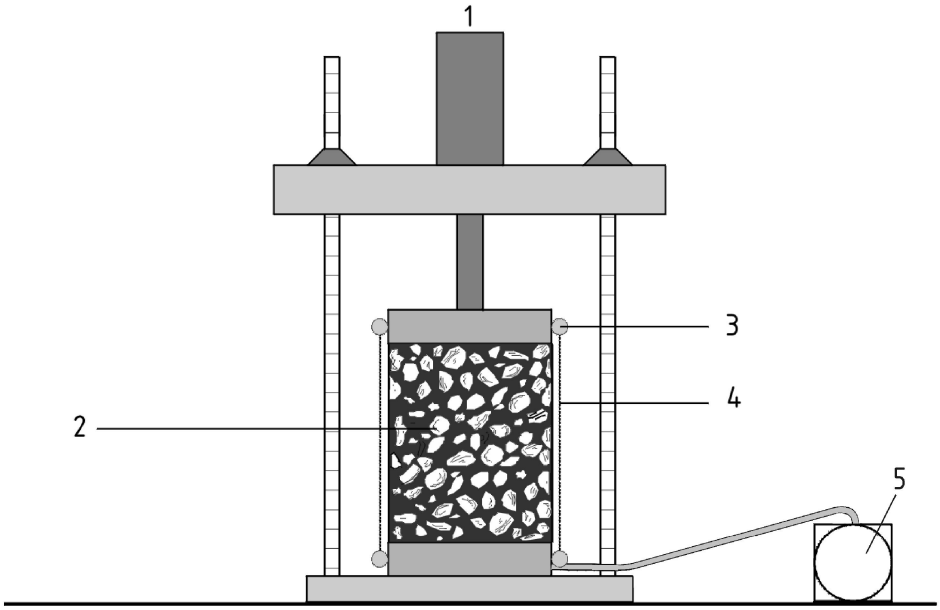
Рисунок 10 – Схематичне представлення триосьового циклічного стиску на установці з датчиком тиску



Пояснення

1	привід динамічного тиску	4	триосьовий тиск
2	датчик тиску	5	компресор
3	ізольований зразок	6	внутрішня камера

Рисунок 11 – Схематичне представлення триосьового циклічного стиску в установці з компресійним кільцем



Пояснення

1	привід динамічного тиску	4	вакуумна мембрана
2	зразок, поміщений під парціальний вакуум	5	вакуумний насос
3	ущільнююче кільце		

Рисунок 12– Схематичне представлення випробування в установці триосьового циклічного стиску з використанням парціального вакууму в якості триосьового тиску

8.2.2 Навантажувальні пластини

Деформація навантажувальних пластин не повинна перевищувати 2 мікронапруги при прикладенні напруження 250 кПа.

Примітка 1. Це можна перевірити за допомогою зразка, який деформується менш ніж на 2 μм при прикладанні напруги 250 кПа або безпосереднього притиснення двох одна до одної навантажувальних пластин.

Поверхні пластин повинні бути рівними та гладкими. Зазор між двома пластинами повинен бути таким, щоб можна було розмістити зразки.

Діаметр навантажувальних пластин вибирають трохи більше, ніж діаметр зразка для запобігання того, що частина зразка залишиться без навантаження у випадку серйозної радіальної деформації.

Примітка 2. Для цієї мети підходить збільшений діаметр на 10 мм.

8.2.3 Система контролю

Обладнання повинно бути оснащено системою роздільного контролю стискаючих і циклічних осьових напружень.

8.2.4 Датчик напружень

Датчик напружень повинен мати діапазон вимірювань, здатний вимірювати необхідні напруги і з точністю 2% або вище.

8.2.5 Вимірювання висот

Вимірювання проводять між пластинами або безпосередньо на верхній навантажувальній пластині.

8.2.6 Температурне підготування

Точність температурного регулювання повинна бути ± 0,5 °C або вище.

Для того, щоб застосувати вибрану температуру до зразка, вся установка для випробування повинна бути розміщена в термостатичній камері або установка для випробування повинна бути обладнана температурною камерою, в яку поміщують зразок.

8.3 Підготування зразка

8.3.1 Розміри

Кожний зразок повинен мати форму циліндра. Торцева частина зразка повинна бути рівною та плоскопаралельною, що досягають шляхом розпилювання обох кінців зразка. Рекомендується використовувати пилу з алмазним диском, яку оснащено паралельними дисками. Кінці мають бути паралельними та перпендикулярними до осі циліндра з кутом менше ніж 3°. Для грубого контролю рівності проводять рукою по поверхні. Якщо вона рівна на дотик, вона вважається відповідною, в іншому випадку вона підлягає поліруванню. Після розпилювання/полірування зразок висушують за температури не вище ніж 20 °C.

Незважаючи на те, що зразки можуть бути різних розмірів, потрібно додержуватись таких мінімальних розмірів:

– якщо номінальний максимальний розмір фракції заповнювача менше ніж або дорівнює 16 мм, мінімальний діаметр повинен бути 50 мм, а мінімальна висота повинна бути 50 мм;

– якщо номінальний максимальний розмір фракції заповнювача більше ніж 16 мм, мінімальний діаметр повинен бути 75 мм, а мінімальна висота повинна бути 75 мм;

Примітка 1. Деякі пристрої дозволяють використовувати мінімальні розміри зразків. Це робить тест менш складним. На іншому обладнанні використовують коефіцієнт співвідношення висоти до діаметру від 1,25 до 2 для одержання однорідного стану напруги та, відповідно, значно вищих зразків. Це робить для деяких розмірів зразка виконання випробування важчим і, неможливим – для на кернів, взятих на дорозі.

В окремому обладнанні застосовуються мінімальні розміри зразка. Це спрощує випробування. В іншому обладнанні застосовуються співвідношення висоти і діаметра від 1,25 до 2 для отримання однорідного стану напруги та, відповідно, зразки значно більшої висоти. Це ускладнює виконання випробування і, для окремих розмірів зразка, унеможливлює виконання випробування на кернах, взятих з дорожнього покриття.

Примітка 2. Відомо, що параметри повзучості залежать від співвідношення висоти та діаметра зразка. Результати випробування, отримані на зразках з різними розмірами, відповідно не можуть порівнюватися кількісно. Таким чином, при використанні результатів випробування для перевірки відповідності конкретної суміші ці результати повинні оцінюватися щодо конкретних вимог, що ставляться до зразків з конкретно заданими розмірами.

Розміри вимірюють на сухому зразку відповідно до вимог, наведених в EN 12697-29, використовуючи штангенциркуль. Висота випробовуваного зразка не повинна змінюватися більше ніж на 1,0 мм, а діаметр не повинен змінюватися більше ніж на 2 мм.

8.3.2 Поводження

Потрібно уникати пошкодження зразка на всіх етапах їх відбору, транспортування та підготування перед випробуванням. Під час транспортування та зберігання плити та зразки у вигляді кернів повинні мати опирання по всій площі для запобігання деформації або пошкодження.

8.4 Умови поводження

8.4.1 Умови зберігання

Зразки зберігають протягом 14 днів та 42 днів з моменту їх виготовлення за температури не вище ніж 20 °С. Потрібно запобігати будь-якому пошкодженню або деформації.

Примітка. Час зберігання впливає на механічні властивості зразка.

Для тестових цілей, відмінних від маркування СЄ, може застосовуватися різний час зберігання.

8.4.2 Очищення та сушіння зразків

Зразки повинні бути очищені, за необхідності, щіткою або водою, в залежності від обставин.

Випробувальні зразки сушать при температурі навколишнього середовища до постійної маси.

8.4.3 Зменшення тертя між навантажувальними пластинами

Для зведення до мінімуму тертя між зразком та верхньою та нижньою навантажувальними пластинами, торцеві частини зразка повинні бути гладкими та рівними. Потрібно провести рукою по поверхні зразків, якщо вона рівна на дотик і без дефектів, вона може вважатися відповідною, в іншому випадку потрібне її полірування або зачищення.

Застосовують система зменшення тертя. Система зменшення тертя повинна складатися з круглого диска, вирізаного з листа ПТФЕ (наприклад, тефлону або еквівалентного матеріалу). Лист ПТФЕ повинен мати товщину 0,5 мм та твердість по Шору між D50 та D60. Діаметр диска повинен відповідати діаметру навантажувальної пластини.

Можуть бути застосовані інші системи для зменшення тертя між навантажувальною пластиною та поверхнею зразка, якщо доведено, що такі системи зменшують тертя так само, як передбачено затвердженими системами, і не впливають на вимірювання осьової деформації.

Примітка. Величина тертя між навантажувальними пластинами та зразком має значний вплив на результати.

8.4.4 Температурний режим

Зразки повинні бути витримані, перед монтажем, за температури випробування.

Тривалість витримки може бути визначена за допомогою пробного зразка.

8.5 Порядок випробування

8.5.1 Кількість випробувань

Для оцінки стійкості конкретної суміші до постійної деформації в заданих умовах випробовування необхідно виконати випробування не менше 3 зразків.

8.5.2 Температура випробування

Необхідно переконатися, що перед встановленням зразка температура камери для випробувань, включаючи камеру тиску та навколишнє середовище, досягне зазначеної температури в межах ± 0,5 °C.

Примітка. Температура випробувань зазвичай становить від 30 °C до 50 °C.

Під час попереднього підготування рекомендується організувати моніторинг температури пробного керна.

8.5.3 Розміщення зразка на установці для випробування

Зразок повинен розташовуватися соосно з навантажувальними пластинами. У випадку саморегульованих пластин: перед тим, як зафіксувати саморегульовану навантажувальну пластину, необхідно обережно попередньо навантажити зразок, щоб відрегулювати саморегульовану навантажувальну пластину таким чином, щоб корегувати будь-яке незначне відхилення паралельності торцевих частин зразка. Це напруга перед навантаженням повинна бути $0{,}02 \cdot (2 \cdot \sigma_V + \sigma_c)$ у випадку гарвесинусоїдального навантаження, $0{,}02 \cdot (\sigma_B + \sigma_c)$ у разі прямокутно-імпульсного навантаження. Час попереднього навантаження не повинен перевищувати (120 ± 6) с. Потім потрібно зафіксувати саморегульовану пластину.

Встановлюють датчики зсуву.

8.5.4 Випробування зразка

Перед початком випробування потрібно переконатися, що температура зразка знаходиться на заданій температурі в межах ± 0,5 °C. Потрібно відвести достатньо часу між фіксацією зразка та початком випробування для релаксації напруг, що виникли через затиснення зразка.

8.5.5 Умови навантаження

Перед прикладанням випробувальних навантажень зразок протягом (120 ± 6) с піддають попередньому статичному навантаженню, що дорівнює $0{,}02\cdot(2\cdot\sigma_V + \sigma_c)$ у випадку гарвесинусоїдального навантаження та $0{,}02\cdot(\sigma_B + \sigma_c)$ – у разі прямокутно-імпульсного навантаження. Одразу після попереднього навантаження прикладають трьохосьову напругу.

Примітка 1. Найчастіше застосовують трьохосьові напруги σ_c в діапазоні від 50 кПа до 200 кПа.

Протягом 10 с після цього прикладають циклічне осьове навантаження з допуском ± 2 % від початкового імпульсу періоду навантаження.

Примітка 2. Для імітації повільного руху може бути прийнята менша частота.

Примітка 3. Прикладами тривалості імпульсу для прямокутно-імпульсного навантаження є: тривалість імпульсу 1 с з періодом спокою 1 с та тривалість імпульсу 0,2 с з періодом спокою 0,8 с.

Примітка 4. Для амплітуди гарвесинусоїдального тиску σ_V найчастіше використовують значення від 100 кПа до 300 кПа. Для гарвесинусоїдального навантаження амплітуда х гарвесинусоїдального навантаження зазвичай приймається в два-три рази більше, ніж трьохосьова напруга. Для прямокутно-імпульсного навантаження використовують тиск σ_B від 100 кПа до 700 кПа.

Примітка 5. Для виконання типового випробування умови навантаження наведені в EN 13108-20.

Результати та форма кривої повзучості значною мірою залежать від умов випробування: температури, осьової та трьохосьової напруг. Проте,

бажано, щоб комбінація була такою, щоб існував етап 2 кривої повзучості та можна було визначити характеристики повзучості (див. рисунок 1).

8.5.6 Вимірювання постійної деформації

В процесі випробування вимірюють зміну висоти зразка, використовуючи датчики зсуву та систему отримання даних. Як мінімум, показники повинні зніматися після кожного 10-го прикладання навантаження до 100-го прикладення навантаження, після кожного 100-го прикладення навантаження до 1000 прикладення навантаження, а потім кожні 500 прикладень навантаження. Кожне вимірювання повинні виконувати у визначений момент циклу навантаження/розвантаження. При кожному вимірюванні повинне бути відоме відповідне число прикладених навантажень.

Примітка 1. Для гарвесинусоїдального навантаження вимірювання, як правило, виконують при мінімальному значенні сигналу. Для прямокутно-імпульсного навантаження вимірювання виконують переважно протягом періоду спокою і якомога ближче до наступного імпульсу навантаження.

Примітка 2. Можуть знадобитися додаткові вимірювання, наприклад, залежно від типу подання кривої повзучості.

Під час тесту потрібно слідкувати, щоб статична трьохосьова напруга та амплітуда гарвесинусоїдальної осьової напруги або висота прямокутного імпульсу залишалися незмінними в межах 2 % від необхідного значення.

Тест повинен бути завершений після не менше ніж 10000 циклів навантаження. Тест може бути зупинений раніше, якщо деформація занадто велика, та існує ризик пошкодження обладнання. У цьому випадку деформація повинна становити не менше 6%.

Може трапитися, що вимірювання другого етапу кривої повзучості виконують протягом надто короткого періоду часу для визначення параметрів повзучості. У цьому випадку тривалість випробування може бути збільшена.

8.6 Розрахунок та відображення результатів

8.6.1 Сумарна деформація

Сумарну напругу ε_{10000} при 10000 циклів навантаження у відсотках від початкової висоти зразка для кожного вимірюваного навантаження обчислюють наступним чином:

$$\varepsilon_{10000} = 100 \cdot \frac{|h_0 - h_{10000}|}{t_i}, \quad (6)$$

де ε_{10000} – сумарна осьова напруга зразка після 10000 циклів навантаження, у відсотках (%) з точністю до 0,01 %;

h_0 – середнє вернтикальне положення верхньої навантажувальної пластини, виміряне датчиками зсуву після попереднього навантаження зразка, в міліметрах (мм);

h_{10000} – середнє вернтикальне положення верхньої навантажувальної пластини, виміряне датчиками зсуву після n циклів навантаження, в міліметрах (мм);

t_i – початкова товщина зразка, в мм.

8.6.2 Крива повзучості

8.6.2.1 Загальні положення

Стійкість суміші до постійної деформації повинні визначати шляхом інтерпретації кривої повзучості за одним з наступних методів шляхом мінімізації квадратичної похибки між формулою кривої та вимірювальною деформацією:

8.6.2.2 Метод 1: визначення швидкості повзучості, f_c

Якщо присутній етап 2, потрібно представити криву повзучості на лінійній шкалі, визначити нахил B1 за найменшим квадратичним лінійним наближенням (квазі-) лінійної частини кривої повзучості (етап 2):

$$\varepsilon_n = A_1 + B_1 \cdot n, \quad (7)$$

де ε_n – сумарна осьова напруга зразка після n циклів навантаження у відсотках з точністю до 0,01 %;

n – кількість циклів навантаження;

A_1, B_1 – коефіцієнти регресії.

Визначте швидкість повзучості, f_c, у (квазі-) лінійній частині кривої повзучості в (μм/м/цикл навантаження) до найближчих 0,01 (μм/м/цикл навантаження):

$$f_c = B_1 \cdot 10^4 \quad (8)$$

Параметр f_c використовується для характеристики стійкості конкретної суміші до постійної деформації.

Примітка 1. Цей метод є простим, але має недолік, пов'язаний з тим, що цей метод дає недостатнє представлення кривої повзучості. Крім того, швидкість повзучості f_c сильно залежить від вибраного інтервалу, що використовують для апроксимації кривої, оскільки в кривій повзучості взагалі відсутня частина з реальним постійним нахилом.

Лінійна частина кривої повзучості може бути прийнята, якщо точки даних відхиляються максимум на 2 % від запропонованої лінійної формули. Всі такі точки даних повинні бути включені до аналізу.

Якщо крива повзучості показує точку перелому та етап 3 протягом 10000 циклів навантаження, то швидкість повзучості f_c вимірюють на схилі повзучості в точці початку. У цьому випадку фіксують. кількість циклів навантаження n_{in} до початку.

8.6.2.3 Метод 2: визначення параметра B і $\varepsilon_{1.000,calc}$

Найменше квадратичне ступеневе наближення (квазі-) лінійної частини кривої повзучості визначають:

$$\varepsilon_n = A \cdot n^B + C, \quad (9)$$

де ε_n – сумарна осьова напруга зразка після n циклів навантаження у відсотках, з точністю до 0,01 %;

A – коефіцієнт регресії;

B – ступінь найменшого квадратичного ступеневого наближення або нахил від найменшого квадратичного лінійного наближення по значенням $log\ (\varepsilon_n - C)$ проти значень $log\ n$;

C – коефіцієнт виправлення деформації на початку навантаження.

Розрахункову постійну деформацію після 1000 циклів навантаження, $\varepsilon_{1000,\ calc}$, у відсотках (%) з точністю до 0,01 % визначають:

$$\varepsilon_{1000,calc} = A \cdot 1000^B + C \qquad (10)$$

Параметри B та $\varepsilon_{1000,\ calc}$ використовуються для характеристики стійкості конкретної суміші до постійної деформації.

8.6.2.4 Крива повзучості без етапу 2

Тільки при наявності етапу 1 та етапу 3 кривої повзучості, або якщо деформація настільки велика, що випробування зупинено після невеликого числа циклів навантаження, і спостерігається лише етап 1, то суміш потрібно вважати дуже чутливою до постійної деформації для даних умов випробування. Для порівняння таких сумішей можуть бути використані значення постійної деформації, що відповідають точно визначеній кількості циклів навантаження; наприклад, ε_{1000} та ε_{10000}.

У цьому випадку крива повзучості може бути встановлена за формулою (11):

$$\varepsilon_n = A \cdot n^B + C + D(e^{E \cdot n} - 1), \qquad (11)$$

де D та E – фактори для опису третього етапу кривої повзучості.

8.7 Протокол випробувань

8.7.1 Загальні положення

Протокол випробувань повинен містити посилання на цей стандарт та включати в себе наступну інформацію про зразки, умови та результати випробування:

8.7.2 Інформація про зразки

Для кожного зразка у протоколі випробувань надається така інформація:

a) тип та походження випробуваного матеріалу;

b) ідентифікаційний номер зразка;

c) метод виготовлення зразка: виготовлений в лабораторії (див. відповідний стандарт EN) або у вигляді кернів, взятих з дорожнього покриття;

d) середній діаметр, в міліметрах;

e) початкова висота, в міліметрах;

f) обємна щільність, в грамах на кубічний сантиметр з точністю 0,001 г/см^3;

g) вік зразків та умови поводження, за яких вони зберігалися;

h) додаткові спостереження (включаючи кількість зіпсованих зразків).

8.7.3 Інформація про умови випробування

Для кожного зразка у протоколі випробування надається така інформація:

a) температура випробування;

b) трьохосьова напруга, у кілопаскалях;

c) тип циклічного сигналу: гарвесинусоїдальний або прямокутно-імпульсний;

d) амплітуда гарвесинусоїдальної напруги або висота прямокутного імпульсу, в кілопаскаляхі;

e) частота, в герцях (у випадку гарвесинусоїдального осьового навантаження); тривалість імпульсу та період спокою (у випадку прямокутно-імпульсного навантаження або гарвесинусоїдального навантаження з періодами спокою).

8.7.4 Результати тестів

Для кожного зразка у звіті з випробування повинна бути надана наступна інформація про результати випробувань:

а) крива повзучості;

б) характеристика повзучості, за необхідності, з представленням наближення на кривій повзучості;

в) середня характеристика повзучості, за необхідності.

8.7.5 Точність

Визначення точності відповідно до вимог цього стандарту ще не виконано.

Вивчення точності для випробування у вакуумі с повторюваним осьовим навантаженням (VRLAT), із залученням 7 лабораторій, що випробували 6 дублюючих зразків із 3 матеріалів, дали показники повторюваності та відтворюваності, наведені у таблиці 1 (див. М.Е. Нанн та ін., 2й Європейський конгрес з асфальту та бітуму, Барселона, 2000, с. 590).

Таблиця 1 – Повторюваність, *r* та відтворюваність, *R*, для деформації в кінці тесту

Сумарна деформація в кінці тесту (%)			
	ЩМА	Гаряча асфальтова суміш	Асфальтобетон
Середнє значення	0,74	0,14	0,36
Повторюваність, *r*	0,17	0,41	0,08
Відтворюваність, *R*	0,17	0,73	0,16

ДОДАТОК А

(довідковий)

ПОРЯДОК КОРЕГУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ, ОТРИМАНИХ ЗІ ЗРАЗКА РІЗНОГО ВІКУ

$$\varepsilon_{age1} = \varepsilon_{age2} \cdot \left(\frac{age_2}{age_1}\right)^{0,23}, \quad \text{(A.1)}$$

де ε_{age1} – сумарна напруга з коригуванням часу (age_1) у %;

ε_{age2} – сумарна деформація зафіксована під час випробування (age_2) у %;

age_1 – вік зразка у вигляді керна з коригуванням часу (від дня улаштування на дорозі) в днях;

age_2 – вік зразка в момент випробування (від дня улаштування на дорозі) в днях.

Примітка. Це рівняння було визнано дійсним для ефектів старіння на ділянках асфальтобетонних сумішей з немодифікованим бітумом класів проникнення від 85 до 180 1/10 ммм. Довідка: Said, S.F. (2005). Старіння, впливаюче на механічні характеристики бітумних сумішей. Дослідження в дорожній галузі Record No. 1901, pp 1-9, Washington D.C.

Код згідно з ДК 004: 93.080.20

Ключові слова: датчик зсуву, крива повзучості, навантажувальні пластини, постійна деформація, циклічний стиск

Перший заступник директора
з наукової роботи
ДП «ДерждорНДІ» В. Вирожемський

Начальник центру асфальтобетонів та
органічних в’яжучих С. Кіщинський

Науковий керівник,
завідувач відділу
нежорстких дорожніх одягів О. Тимощук

Відповідальний виконавець,
молодший науковий співробітник Т. Одегова