



**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**ДСТУ EN 1606:201x**

**(EN 1606: 2013, IDT)**

**ВИРОБИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНОГО  
ПРИЗНАЧЕННЯ.  
ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЗУЧОСТІ ПРИ СТИСКУ**

**(Проект, перша редакція)**

Київ  
ДП «УкрНДНЦ»  
201x

## ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Енергоефективність будівель і споруд» (ТК 302), ТОВ Науково-технічний центр «Будстандарт»

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

3 Національний стандарт відповідає EN 1606:2013 Thermal insulating products for building applications - Determination of compressive creep (Вироби теплоізоляційні будівельного призначення. Визначення повзучості при стиску) і внесений з дозволу CEN, rue de Stassart 36, B-1050 Brussels. Усі права щодо використання європейських стандартів у будь-якій формі і 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  
зادля 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.....	IV
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання .....	1
3 Терміни та визначення понять.....	2
4 Суть методу .....	4
5 Апаратура.....	4
6 Випробувальні зразки.....	5
7 Процедура.....	7
8 Обчислення та оформлення результатів .....	11
9 Точність вимірювання .....	11
10 Протокол випробування.....	12
Додаток А Розрахунковий метод.....	14
Додаток В Приклад лінійного регресійного аналізу.....	18
Додаток НА Перелік національних стандартів України, ідентичних з міжнародними і/або регіональними стандартами, посилання на які є в цьому стандарті.....	21

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 1606:201x (EN 1606:2013, IDT) «Вироби теплоізоляційні будівельного призначення. Визначення повзучості при стиску», прийнятий методом перекладу, – ідентичний щодо EN 1606:2013 (версія en) «Thermal insulating products for building applications - Determination of compressive creep».

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, – ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд».

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

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;
- зі «Вступу» до EN 1606:2013 у цей національний вступ внесено все, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- вилучено «Передмову» до EN 1606:2013 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту;
- у розділі «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;
- долучено довідковий додаток НА (Перелік національних стандартів України, ідентичних з міжнародними і/або регіональними стандартами, посилання на які є в цьому стандарті).

Позначки одиниць вимірювання відповідають ДСТУ 3651.0-97 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної

системи одиниць. Основні положення, назви та позначення» і ДСТУ 3651.1-97 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення».

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



## НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

### ВИРОБИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЗУЧОСТІ ПРИ СТИСКУ

#### THERMAL INSULATING PRODUCTS FOR BUILDING APPLICATIONS - DETERMINATION OF COMPRESSIVE CREEP

---

Чинний від 201X-XX-XX

### 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює обладнання і процедури для визначення повзучості при стиску зразків під дією зусилля в різних заданих умовах навантаження. Стандарт придатний для теплоізоляційних виробів.

### 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 нормативного документу (разом зі змінами).

EN 826, Thermal insulating products for building applications – Determination of compression behavior

EN 12085, Thermal insulating products for building applications – Determination of linear dimensions of test specimens

ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

## НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 826 Вироби теплоізоляційні будівельного призначення. Визначення міцності при стиску

EN 12085 Вироби теплоізоляційні будівельного призначення. Визначення лінійних розмірів випробувальних зразків

ISO 5725-2 Точність (правильність і чіткість) методів і результатів вимірювань.

Базовий метод визначення повторюваності і відтворюваності стандартного методу вимірювання

### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Для цілей цього документу застосовують такі терміни та визначені ними поняття:

#### 3.1 товщина (*thickness*)

лінійний розмір, який вимірюють перпендикулярно до площини, котру утворюють довжина та ширина, де:

$d$  - товщина вихідного виробу, з якого вирізано зразок;

$d_s$  - товщина зразка;

$d_1$  - товщина зразка під дією стискального зусилля, яке створює власна вага навантажуючого пристрою («власна вага»);

$d_o$  - товщина зразка після 60 с з початку дії навантаження;

$d_t$  - товщина зразка в момент часу  $t$

#### 3.2 зусилля стиску (*compressive stress*), $\sigma_c$

відношення стискальної сили до первісної площі поперечного перерізу зразка

#### 3.3 деформація (*deformation*), $X$

зменшення товщини зразка

#### 3.4 відносна деформація (*relative deformation*), $\varepsilon$

відношення деформації зразка,  $X$ , та його товщини,  $d_s$ , виміряної в напрямку дії навантаження



### 3.5 повзучість при стиску (*compressive creep*), $X_{ct}$

Збільшення деформації зразка під дією постійного стискального зусилля залежно від часу при заданих температурі і вологості повітря

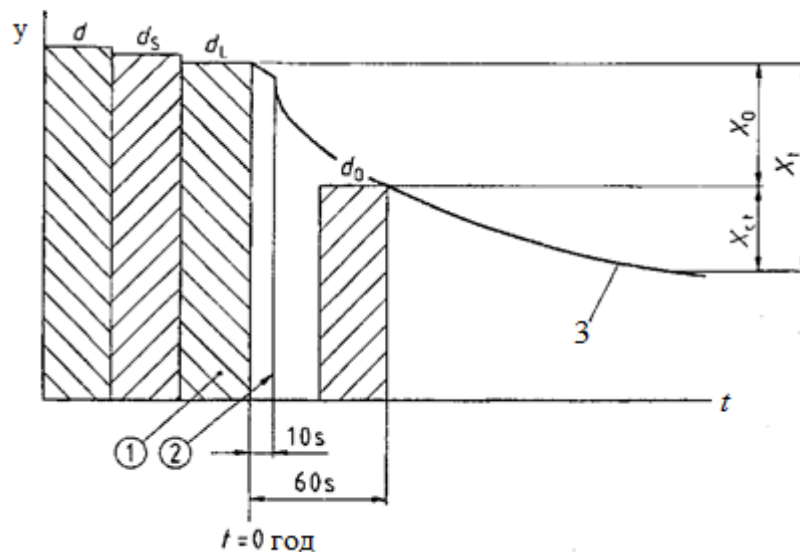
$$X_{ct} = X_t - X_0$$

де:

$X_t$  – деформація зразка в момент часу  $t$ ;

$X_0$  – первісна деформація (після 60 с з початку дії навантаження)

**Примітка 1 до пункту:** Приклади різних товщин і деформацій наведені на рисунку 1.



Умовні позначки:

$d_L$  - рекомендована величина товщини для вимірювань деформацій

$t$  - час

1 - «власна вага» навантажуючого пристрою (< 10 % найменшого зусилля, яке вибрано для випробування повзучості)

2 - навантаження, яке застосовується у випробуванні на повзучість при стиску

3 - крива деформації

На цьому рисунку  $d_L$  використовується як рекомендована величина товщини для вимірювань деформацій. Якщо як рекомендована величина товщини використовується  $d_s$ , приклад може бути використано без  $d_L$  (див. 7.3)

**Рисунок 1** – Приклад різних товщин і деформацій

## 4 СУТЬ МЕТОДУ

Повзучість при стиску визначають вимірюванням збільшення деформації зразка під дією постійного стискального зусилля при заданих температурі, вологості повітря і часі.

## 5 АПАРАТУРА

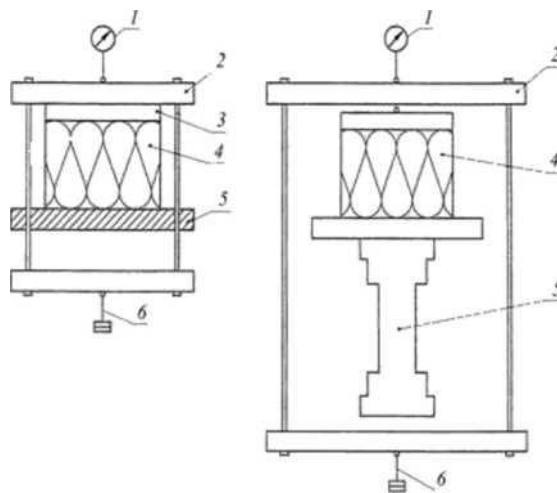
**5.1 Механізм для створення навантаження**, що складається з двох плоских пластин, одна з яких повинна бути рухомою, які встановлені таким чином, що вони стискають зразок у вертикальному напрямку.

Рухома пластина повинна бути так встановлена, щоби могла сама вирівнюватися. Пластини повинні створювати навантаження плавно, без перекошування, так, щоби в процесі випробування задана статична напруга у зразку не змінювалась більше ніж на  $\pm 5\%$ .

**5.2 Вимірювальний пристрій** (наприклад, індикатор годинникового типу), який спроможний визначити відстань між двома пластинами (тобто деформацію зразка) з точністю до 0,01 мм.

**5.3 Підходящі демпфуючі засоби**, що можуть мінімізувати ефект зовнішньої вібрації (наприклад, належні фундаменти опор апаратури).

Приклади випробувальної апаратури наведені на рисунку 2.



Умовні позначки:

- 1 - датчик для вимірювання деформації або індикатор годинникового типу;
- 2 - пластина, що навантажує;
- 3- пластина, що розподіляє навантаження на зразок (рухома, яка сама вирівнюється);
- 4- випробувальний зразок;
- 5- траверса;
- 6 - навантаження, що створюється гирями.

## **Рисунок 2 – Приклади випробувальної апаратури**

### **6 ВИПРОБУВАЛЬНІ ЗРАЗКИ**

#### **6.1 Відбір випробувальних зразків**

Зразки для визначення повзучості при стиску слід відбирати з однієї вибірки і готувати так, як і зразки, які використовують для випробувань на стиск згідно з EN 826.

Метод відбору зразків повинен бути вказаний в стандарті на конкретний виріб.

Якщо відсутній стандарт або будь-які інші технічні умови на виріб, метод відбору випробувальних зразків може бути погоджений між сторонами.

#### **6.2 Розміри випробувальних зразків**

Товщина випробувальних зразків повинна дорівнювати товщині вихідних виробів, з яких вирізали зразки. Ширина зразків не повинна бути менше, ніж їх товщина.

Вироби, які мають облицювання або суцільні оболочки, що залишаються під час використання, слід випробувати разом з цими облицюваннями або оболочками.

Випробувальні зразки не повинні бути сформовані з декількох шарів для отримання більшої товщини для випробування.

Зразки повинні бути відрізані під прямим кутом і мати такі рекомендовані розміри:

50 мм × 50 мм або

100 мм × 100 мм або

150 мм × 150 мм або

200 мм × 200 мм або

300 мм × 300 мм.

Розміри випробувальних зразків повинні бути такими самими, які використовують у випробуваннях на стиск згідно з EN 826. Розміри указують в стандарті на конкретні вироби або узгоджують між сторонами.

Лінійні розміри зразків слід визначати згідно з EN 12085 з точністю до 0,5 %.

Відхил від паралельності і площинності між верхньою і нижньою робочими поверхнями зразка не повинен бути більше ніж 0,5 % довжини його сторони, з максимумом до 0,5 мм. Якщо зразок не має плоску поверхню, його слід вирівняти або підготувати поверхню перед випробуванням шляхом нанесення вирівнюючого покриття. Де є таке покриття, не повинно відбуватись його істотної повзучості, в іншому випадку цю повзучість слід враховувати шляхом її віднімання при обробці результатів випробування.

### **6.3 Кількість випробувальних зразків**

Кількість випробувальних зразків має бути вказана в стандарті на конкретний виріб.

Якщо кількість зразків не вказано, слід використовувати щонайменше три зразки для кожного зусилля тиску, вибраного згідно з 7.2.

Якщо стандарт або будь-які технічні умови на виріб відсутні, кількість зразків може бути погоджена між сторонами.

### **6.4 Підготовка випробувальних зразків**

Випробувальні зразки слід вирізати з виробів так, щоб напрямок дії стискального навантаження на виріб під час випробування відповідав напрямку дії стискального зусилля на виріб під час його експлуатації.

Зразки слід вирізати методами, які не змінюють оригінальну структуру виробу.

Для виробів з непаралельними поверхнями паралелізм верхньої і нижньої поверхні зразка слід забезпечити згідно з 6.2.

Спеціальні методи підготовки, якщо потрібно, можуть бути наведені в стандарті на конкретний виріб.

## 6.5 Кондиціонування випробувальних зразків

Зразки слід кондиціонувати не менше ніж 24 год за умов випробування. У разі виникнення суперечок щодо отриманих показників властивостей, час кондиціонування (при постійному вмісті вологи) повинен бути вказаний в стандарті на конкретний виріб.

## 7 ПРОЦЕДУРА

### 7.1 Умови випробувань

Випробування слід проводити за температури  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  і відносній вологості повітря  $(50 \pm 5) \%$ .

Інші умови можуть бути наведені в стандарті на конкретний виріб або погоджені між сторонами.

### 7.2 Вибір зусилля

Випробування слід проводити, використовуючи три або більше різних стискальних зусилля.

Перевіряють один встановлений рівень зусилля, тільки цей рівень слід використовувати.

Вибір зусилля,  $\sigma_c$ , для визначення повзучості при стиску повинен базуватись або на значенні межі міцності при стиску,  $\sigma_m$ , або на значенні міцності на стиск при 10 % деформації,  $\sigma_{10}$ , які виміряні відповідно до EN 826, і його слід обчислювати таким чином:

$$\sigma_c = 0,15 \sigma_m \text{ або } \sigma_c = 0,15 \sigma_{10};$$

$$\sigma_c = 0,20 \sigma_m \text{ або } \sigma_c = 0,20 \sigma_{10};$$

$$\sigma_c = 0,25 \sigma_m \text{ або } \sigma_c = 0,25 \sigma_{10};$$

$$\sigma_c = 0,30 \sigma_m \text{ або } \sigma_c = 0,30 \sigma_{10};$$

$$\sigma_c = 0,35 \sigma_m \text{ або } \sigma_c = 0,35 \sigma_{10}.$$

Якщо необхідно, можуть бути прийняті інші значення  $\sigma_c$ .

### 7.3 Процедура випробування

Якщо товщина зразка  $d_s$  і його не піддають дії навантаження, яке створює «власна вага» навантажуючого пристрою, її слід виміряти з точністю до 0,1 мм згідно з EN 12085.

Розміщують обережно зразок в навантажуючій пристрій, який створює навантаження «власною вагою». Товщину зразка при цьому навантаженні,  $d_1$ , приймають за вихідне значення товщини при вимірюванні деформації. Визначають  $d_1$  з точністю до 0,01 мм.

Зусилля, яке створює «власна вага» навантажуючого пристрою, повинно бути менше, ніж 10 % мінімального значення зусилля, яке вибрано для цього випробування.

Якщо товщину зразка,  $d_s$ , визначають під дією навантаження, яке створює «власна вага» пристрою, до зразка слід попередньо прикласти зусилля  $(250 \pm 10)$  Па і виміряти товщину з точністю до 0,01 мм. Це значення слід прийняти за вихідне значення для вимірювань деформації.

Якщо виникають значні деформації зразка під зусиллям 250 Па, може бути використане зусилля 50 Па за умови, що це зусилля вказане в стандарті на конкретний виріб. У цьому випадку товщину,  $d_s$ , слід визначати під цим навантаженням.

Вибране стискальне зусилля рівномірно прикладають до зразка протягом  $(10 \pm 5)$  с. Через  $(60 \pm 5)$  с після початку дії навантаження визначають первісну деформацію зразка,  $X_0$ , з точністю до 0,01 мм.

Далі з тією ж точністю 0,01 мм визначають деформацію,  $X_t$ , через такі інтервали часу після початку дії зусилля:

0,1 год; 1 год; 5 год, а потім в такі дні після початку дії навантаження: 1 день, 2 дні, 4 дні, 7 днів, 9 днів, 11 днів, 14 днів, 18 днів, 24 дні, 32 дні, 42 дні, 53 дні, 65 днів та 80 днів, та один раз між 90 днями та 100 днями.

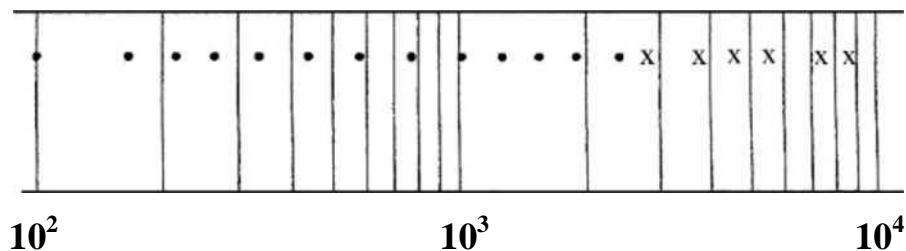
**Примітка.** Інтервали, наведені в годинах, є рівномірними прирощуваннями часу за

логарифмічною шкалою.

Якщо випробування продовжується після 90 днів (див.7.4), показання слід знімати через рівні інтервали часу за логарифмічною шкалою. Приклади інтервалів часу, через які знімають показання, наведено на рисунку 3 та в таблиці 1.

Якщо виріб, який слід випробувати, має облицювання, що важко видалити, або якщо для випробування на виріб нанесено покриття, повзучість при стиску може бути виміряна відносним переміщенням плоских пластин устрою, що створює зусилля. Повзучість також можна виміряти відносним переміщенням точок, які нанесені на кромки матеріалу, якщо це можливо зробити.

Інтервали часу (в логарифмічному масштабі) до 10000 год



Умовні позначки:

t - час, в год

- Вимірювання, виконані при випробуваннях тривалістю 90 днів (див. 7.3)
- x Вимірювання, виконані при випробуваннях тривалістю більше ніж 90 днів (див.7.4)

**Рисунок 3** – Приклади інтервалів часу для вимірювань деформації

**Таблиця 1** – Приклади інтервалів часу для вимірювань деформації

День	Час	Тривалість, в год	День тижня
0	10:00	(навантаження)	Понеділок
0	10:01	0,017	Понеділок
0	11:00	1,0	Понеділок
0	15:00	5,0	Понеділок
1	10:00	24	Вівторок
2	10:00	48	Середа
4	14:00	100	П'ятниця
7	10:10	168	Понеділок
9	10:00	216	Середа
11	10:00	264	П'ятниця
14	10:00	336	Понеділок
18	10:00	432	П'ятниця
24	10:00	576	Вівторок
32	10:00	768	П'ятниця
42	10:00	1 008	Понеділок
53	10:00	1 272	П'ятниця
65	10:00	1 560	Середа
80	10:00	1 920	Четвер
100	10:00	2 400	Середа
123	10:00	2 952	П'ятниця
156	10:00	3 744	Середа
190	10:00	4 560	Вівторок
231	10:00	5 544	Понеділок
295	10:00	7 080	Вівторок
365	10:00	8 760	Вівторок



#### 7.4 Тривалість випробування

Повзучість при стиску слід вимірювати через інтервали часу, які наведені в 7.3, при тривалості випробування не менше ніж 90 днів. Тривалість випробування повинна бути вказана в стандарті на конкретний виріб або вона може бути погоджена між сторонами. Загальна тривалість випробування залежить від потрібного екстрапольованого часу, який слід визначати згідно з додатком А.

#### 8 ОБЧИСЛЕННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Значення деформації кожного зразка,  $X_t$ , слід занести в таблицю.

Обчислюють відносну деформацію кожного зразка,  $\varepsilon_t$ , як відсоток, використовуючи формулу:

$$\varepsilon_t = \frac{X_t}{d_s} \cdot 100 \quad (1)$$

де:

$X_t$  – деформація зразка в момент часу,  $t$ , мм;

$d_s$  – товщина зразка, мм.

Відносну деформацію кожного зразка і середнє значення відносної деформації трьох зразків для кожного рівня стискального зусилля надають у вигляді графіка, побудованого у лінійному/логарифмічному (за часом) масштабі, або у вигляді діаграми, побудованої в логарифмічному масштабі на обох вісях координат. Розрахунковий метод визначення повзучості при стиску і формула для її екстраполяції наведені в додатку А.

#### 9 ТОЧНІСТЬ МЕТОДУ

Нааявний досвід «кругового випробування», (міжлабораторних порівнянних випробувань), при якому було застосовано порівнянне випробувальне обладнання, порівнянне підготування зразків, порівнянна точність визначення повзучості при стиску  $\varepsilon_{ct}$  та загальної деформації  $\varepsilon_t$ , виміряні під час дії статичного навантаження, може бути оцінений як наведений нижче:

межа 95 % повторюваності  $r$ : приблизно 0,5 %;

межа 95 % відтворюваності  $R$ : приблизно 1,2 %.

Вищезазначені терміни застосовані у відповідності з ISO 5725-2.

## 10 ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ

Протокол випробування повинен містити наступну інформацію:

a) посилання на цей стандарт;

b) ідентифікацію виробу:

- 1) найменування виробу, підприємства, виробника або постачальника;
- 2) номер коду виготовлення (номер партії);
- 3) тип виробу;
- 4) пакування;
- 5) форму, в якій виріб надійшов у лабораторію;
- 6) іншу інформацію (наприклад, номінальну товщину, номінальну густину);

c) проведення випробування:

- 1) довипробувальні дії та відбір зразків (наприклад, хто відбирав і місце відбору);
- 2) кондиціонування зразків;
- 3) відхили від розділів 6 і 7, якщо такі є;
- 4) дату проведення випробування;
- 5) розміри і кількість зразків;
- 6) вид обробки поверхні (шліфування або тип покриття);
- 7) загальну інформацію, що має відношення до випробування (межа міцності при стиску,  $\sigma_m$ , або міцність на стиск при 10 % деформації,  $\sigma_{10}$ , виміряні згідно з EN 826, а також вибрані значення стискаючих зусиль,  $\sigma_c$ );
- 8) будь-які події, що могли вплинути на результат;

d) результати:

- 1) таблиця значень деформації і діаграма залежності  $X_t$  від часу  $t$  у лінійному/логарифмічному або логарифмічному/логарифмічному масштабі для кожного зразка, а також середнє значення деформації для вибраних рівнів стискаючих зусиль;
- 2) результати згідно з додатком А для кожного рівня зусилля (якщо необхідно):
  - I) статистичні значення  $a$ ,  $b$  та  $r^2$ ;
  - II) коефіцієнти  $m$  та  $b$  у рівнянні Фіндлея;
  - III) деформацію повзучості,  $X_{ct}$ , разом з результатами лінійного регресивного аналізу діаграми в логарифмічному/логарифмічному масштабі;
  - IV) відносну деформацію,  $\epsilon$ , та криву екстраполяції на діаграмі в лінійно/логарифмічному масштабі.

Відомості про апаратуру та відповідального за проведення випробування повинні зберігатись в лабораторії, в протоколі ці відомості вказувати необов'язково.

## ДОДАТОК А

(обов'язковий)

### Розрахунковий метод

#### А.1 Загальні положення

У цьому додатку наведений розрахунковий метод визначення деформації теплоізоляційних виробів, яка викликана повзучістю виробів при стиску протягом тривалого часу. При позитивній оцінці повзучості за допомогою якої-небудь іншої математичної моделі ця модель повинна бути включена в цей стандарт у вигляді поправки до цього додатка або при перегляді цього стандарту.

Наведений розрахунковий метод може бути використаний для визначення припустимого навантаження на виріб і/або характеристик стиску виробу при його експлуатації.

**Примітка.** Для екстраполяції характеристик стиску теплоізоляційних виробів у часі при випробуванні відповідно до вимог цього стандарту потрібні результати великої кількості випробувань і дослідних робіт. Отримані результати, проте, не придатні для всіх виробів. Добре відомі і підтвержені результати для деяких пінопластикових виробів. Для інших виробів випробування все ще продовжуються і математична модель поки не отримана.

Математична модель повинна бути заснована на результатах вимірів, проведених протягом не менше ніж п'яти років для різних виробів, які відносяться до однієї групи. На підставі отриманих результатів вимірів проводять оцінку різних математичних моделей, використовуючи результати вимірів протягом двох років і порівнюючи екстрапольовані дані з даними, отриманими при проведенні вимірів протягом п'яти років.

У цьому додатку наведений приклад можливої 30 кратної екстраполяції залежно від тривалості випробування.

Оцінку характеристичної кривої повзучості, отриманої на основі математичної моделі, проводять аналогічно оцінці за допомогою значень, отриманих вимірюванням.

При 30 кратній екстраполяції залежно від тривалості випробування рекомендується

застосовувати коефіцієнт безпеки для встановлення значення припустимого тривалого стискального зусилля й відповідної їй деформації.

## А.2 Суть методу

Наведений розрахунковий метод заснований на математичній функції, вираженої у вигляді формули Финдлея<sup>1)</sup> [див. (А. 1)], за допомогою якої можуть бути описані характеристики повзучості теплоізоляційних виробів за умови, що лінійний регресійний аналіз згідно з формулою (А.2) відповідає коефіцієнту визначення

$$r^2 \geq 0,9$$

$$X_t = X_0 + m \times t^b \quad (\text{А.1})$$

де:

$m$  та  $b$  – константи матеріалу виробу;

Формула (А. 1) може бути представлена в логарифмічному вигляді:

$$\log (X_t - X_0) = \log m + b \times \log t \quad (\text{А.2})$$

Звідси виходить, що  $\log m$  є відрізок ординати і  $b$  – кут нахилу прямої лінії, отриманої за допомогою наведеної формули. Ці константи визначають методом регресійного аналізу, заснованого на вимірі деформації залежно від часу.

## А.3 Процедура

**А.3.1** За значеннями товщини випробувальних зразків  $d_s$  та  $d_L$ , початкової деформації  $X_0$  й деформації  $X_t$  у момент часу  $t$ , виміряні у відповідності з цим стандартом, обчислюють значення  $\log t$ ,  $X_{cb}$ ,  $\log X_{cb}$  починаючи зі значень, отриманих через 7 днів (= 168 год).

---

<sup>1)</sup>Findley, W.N., Creep characteristics of Plastics.

Symposium on Plastics, Am. Soc. Testing Mats., 1944

Зазначений інтервал часу 7 днів може бути зменшений, якщо виміряні значення показують лінійну залежність на подвійній логарифмічній діаграмі, що відповідає формулі (А. 2).

**А. 3.2** Для проведення лінійного регресійного аналізу визначають наступні статистичні величини.

Загальна формула для лінійної регресійної діаграми:

$$y = a + b \times x \quad (\text{A.3})$$

$$x_m = \Sigma x_t / n \quad (\text{A.4})$$

$$y_m = \Sigma y_t / n \quad (\text{A.5})$$

$$Q_x = \Sigma x_t^2 - ((\Sigma x_t)^2 / n) \quad (\text{A.6})$$

$$Q_y = \Sigma y_t^2 - ((\Sigma y_t)^2 / n) \quad (\text{A.7})$$

$$Q_{xy} = \Sigma x_t y_t - ((\Sigma x_t) \times (\Sigma y_t) / n) \quad (\text{A.8})$$

$$S_R^2 = (Q_y - (Q_{xy}^2 / Q_x)) / (n-2) \quad (\text{A.9})$$

$$S_R = \sqrt{\quad} \quad (\text{A.10})$$

$$r^2 = \quad / (Q_x \times Q_y) \quad (\text{A.11})$$

$$r = \sqrt{\quad} \quad (\text{A.12})$$

$$b = Q_{xy} / Q_x \quad (\text{A.13})$$

$$a = y_m - b \times x_m \quad (\text{A.14})$$

де:

$n$  – кількість виміряних значень;

$x_t$  – час,  $\log t$ ;

$y_t$  – деформація повзучості,  $\log X_{ct}$ ;

$x_m$  – середнє значення часу  $x_t$ ;

$y_m$  – середнє значення деформації повзучості,  $y_t$ ;

$Q_x$  – сума квадратів відхилів значень  $x$ ;

$Q_y$  – сума квадратів відхилів  $y$ ;

$Q_{xy}$  – сума відхилів значень  $x$  та  $y$ ;

$S_R^2$  – коливання;

$S_R$  – стандартний відхил;

$r^2$  – коефіцієнт детермінації;

$r$  – коефіцієнт кореляції;

$a$  – відрізок ординати;

$b$  – кут нахилу лінії.

#### **A.4 Розрахунок тривалої деформації**

Деформація за будь-який інтервал часу  $t$  може бути обчислена за формулою (A.1), де значення  $b$  визначають за формулою (A. 13), приймаючи  $m = 10^a$ . Допускається проводити екстраполяцію не більш 30 кратної залежно від тривалості випробування за умови, що  $r^2 \geq 0,9$  (див. приклад у додатку В).

**Додаток В**  
(довідковий)

**Приклад лінійного регресійного аналізу**

Результати визначення деформації трьох зразків при одному значенні стискального зусилля наведені в таблиці В.1. Наведені значення отримані через різні інтервали часу. У наведеному прикладі результати піддають лінійному регресійному аналізу, як описано в додатку А, для середніх значень повзучості зразків.

Обчисленні статистичні значення:

$$x_m = 3,23872$$

$$y_m = -0,86883$$

$$Q_x = 7,77076$$

$$Q_y = 0,27714$$

$$Q_{xy} = 1,44465$$

$$S_R^2 = 0,00041$$

$$S_R = 0,02020$$

$$r^2 = 0,96908 (r^2 > 0,9)$$

$$r = 0,98442$$

$$b = 0,18591$$

$$a = -1,47094$$

Діаграма регресійного аналізу значень  $\log X_{ct}$  наведена на рисунку В. 1 у вигляді прямої лінії залежно від  $\log t$  при  $m = 0,03381$  і  $b = 0,18591$ .

Тривалу деформацію зразків, наприклад, за 10 років (біля 87600 год), обчислюють за формулою (А. 1) при значеннях  $m$  і  $b$ , зазначених вище:

$$X_{87600} = X_0 + 0,03381 \times 87600^{0,18591}$$

$$X_{87600} = 0,5 \text{ мм}$$

Відносну деформацію (див. розділ 8) отримують з:

$$\varepsilon_t = (X_t/d_s) \times 100$$

$$\varepsilon_{87600} = (0,50/50,2) \times 100$$



$$\varepsilon_{87600} = 1,0 \%$$

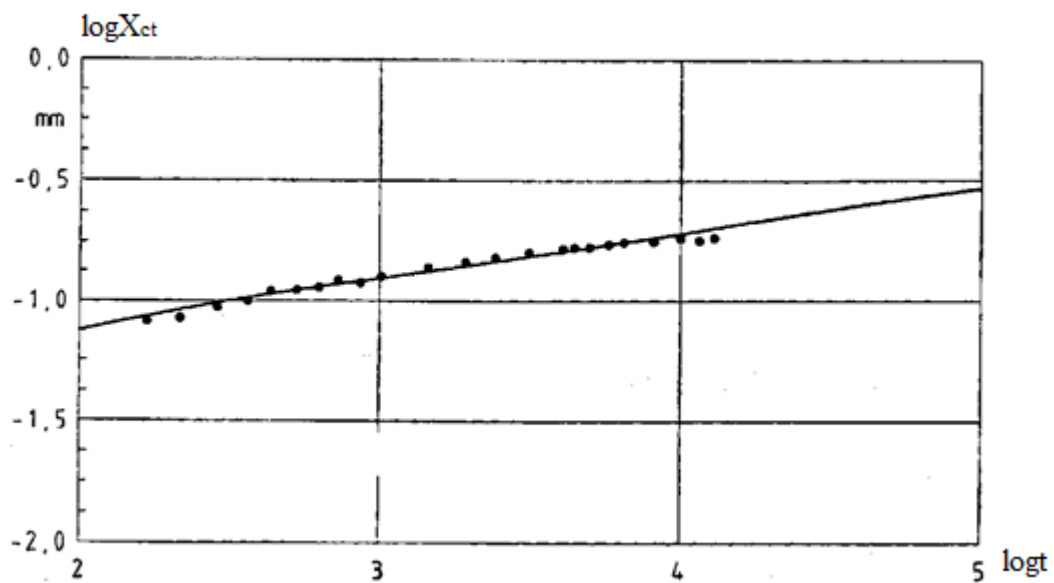
Відносна деформація,  $\varepsilon_t$ , залежно від часу наведена на рисунку В. 2 у вигляді лінійної/логарифмічної діаграми. На діаграмі замірені значення позначені крапками (•), крива отримана математичними розрахунками при екстраполяції тривалістю не більш 100 000 год (біля 11,4 років).

**Таблиця В.1** – Виміряні значення деформацій трьох зразків при одному значенні стискального зусилля

Випробувальний зразок	№ 1	№ 2	№ 3
Товщина, $d_s$ мм	50,2	50,2	50,2
Товщина, $d_f$ мм	50,19	50,24	50,24
Первісна деформація, $x_0$ мм	0,22	0,23	0,21

**Таблиця В.2** – Виміряні деформація і розрахунки для зразків в таблиці В.1

Час, $t$ год	$\log t$	Деформація, $X_t$			Відносна деформація, $\varepsilon_t$			$\varepsilon_t$ середнє значення %	Повзучість при стиску, $X_{ct}$			$X_{ct}$ Середнє значення мм	$\log X_{ct}$
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3		№ 1	№ 2	№ 3		
167	2,222 72	0,31	0,31	0,29	0,61	0,61	0,58	0,601	0,09	0,08	0,08	0,082	- 1,086 19
215	2,332 44	0,31	0,31	0,30	0,61	0,63	0,59	0,608	0,09	0,08	0,09	0,085	- 1,068 88
287	2,457 88	0,31	0,32	0,30	0,62	0,64	0,60	0,621	0,09	0,09	0,09	0,092	- 1,036 21
357	2,552 67	0,32	0,33	0,31	0,64	0,65	0,62	0,637	0,10	0,10	0,10	0,100	- 1,000 00
431	2,634 48	0,33	0,33	0,32	0,66	0,66	0,63	0,652	0,11	0,10	0,11	0,107	- 0,969 27
527	2,721 81	0,33	0,34	0,32	0,66	0,67	0,64	0,657	0,11	0,11	0,11	0,110	- 0,958 61
623	2,794 49	0,34	0,34	0,32	0,67	0,68	0,64	0,663	0,12	0,11	0,11	0,113	- 0,946 92
719	2,856 73	0,34	0,35	0,33	0,68	0,69	0,66	0,677	0,12	0,12	0,12	0,120	- 0,920 82
863	2,936 01	0,34	0,35	0,32	0,67	0,70	0,64	0,672	0,12	0,12	0,11	0,118	- 0,929 35
1 007	3,003 03	0,35	0,36	0,34	0,70	0,71	0,67	0,692	0,13	0,13	0,13	0,127	- 0,895 06
1 439	3,158 06	0,36	0,37	0,35	0,72	0,73	0,69	0,715	0,14	0,14	0,14	0,139	- 0,855 94
1 943	3,288 47	0,36	0,38	0,35	0,73	0,75	0,70	0,725	0,14	0,15	0,14	0,144	- 0,841 64
2 447	3,388 63	0,37	0,38	0,36	0,74	0,76	0,72	0,740	0,15	0,15	0,15	0,152	- 0,819 11
3 215	3,507 18	0,38	0,39	0,37	0,75	0,78	0,73	0,752	0,16	0,16	0,16	0,158	- 0,802 26
4 127	3,615 63	0,38	0,40	0,37	0,77	0,79	0,74	0,765	0,16	0,17	0,16	0,164	- 0,784 27
4 487	3,651 96	0,39	0,40	0,37	0,77	0,80	0,74	0,771	0,17	0,17	0,16	0,167	- 0,777 28
5 015	3,700 27	0,39	0,40	0,38	0,78	0,80	0,75	0,775	0,17	0,17	0,17	0,169	- 0,772 11
5 855	3,767 53	0,39	0,40	0,38	0,78	0,80	0,76	0,780	0,17	0,17	0,17	0,172	- 0,765 31
6 527	3,814 71	0,40	0,41	0,38	0,79	0,81	0,76	0,787	0,18	0,18	0,17	0,175	- 0,756 14
8 159	3,911 64	0,40	0,40	0,38	0,79	0,80	0,76	0,783	0,18	0,17	0,17	0,173	- 0,761 12
10 007	4,000 30	0,40	0,41	0,39	0,80	0,81	0,77	0,792	0,18	0,18	0,18	0,178	- 0,749 58
11 519	4,061 41	0,40	0,41	0,39	0,80	0,81	0,77	0,794	0,18	0,18	0,18	0,179	- 0,747 15
12 959	4,112 57	0,41	0,41	0,39	0,81	0,82	0,78	0,800	0,19	0,18	0,18	0,182	- 0,739 93

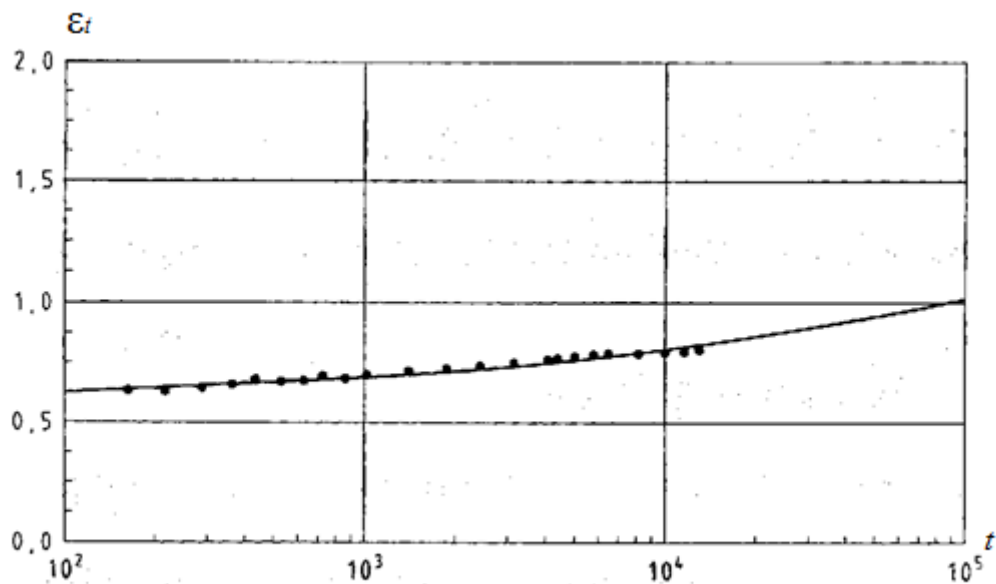


Умовні позначки:

$\log X_{ct}$  ( $X_{ct}$  в мм)

$\log t$  ( $t$  в год)

**Рисунок В.1** – Деформація повзучості - регресійний аналіз



Умовні позначки:

$\epsilon_t$  - деформація, %

$t$  - час, в год.

**Рисунок В.2** – Деформація повзучості при тривалому стисканні: результати вимірювання, розрахунок екстраполяцією.

**Додаток НА**

(довідковий)

**Перелік національних стандартів України, ідентичних з міжнародними і/або регіональними стандартами, посилання на які є в цьому стандарті**

**Таблиця НА.1**

<b>Міжнародні та/або регіональні стандарти</b>	<b>Ідентичні національні стандарти України</b>
EN 826, Thermal insulating products for building applications -Determination of compression behaviour	ДСТУ Б EN 826:201x Вироби теплоізоляційні будівельного призначення. Визначення міцності при стиску (EN 826:2013, IDT) *)
EN 12085, Thermal insulating products for building applications -Determination of linear dimensions of test specimens	ДСТУ Б EN 12085:201x Вироби теплоізоляційні будівельного призначення. Визначення лінійних розмірів випробувальних зразків (EN 12085:2013, IDT) *)
ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method	ДСТУ ГОСТ ISO 5725-2:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 2. Основний метод визначення повторюваності і відтворюваності стандартного методу вимірювання (ГОСТ ИСО 5725-2-2003, IDT)

\*) На розгляді

прДСТУ EN 1606:201x

Код УКНД 91.100.60

---

**Ключові слова:** вироби теплоізоляційні, будівництво, повзучість при стиску, випробування, деформація.

---