

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

**Методи випробування природного каменю.  
Визначення морозостійкості**

**ДСТУ EN 12371:2007**

Міністерство регіонального розвитку  
та будівництва України

**EUROPEAN STANDARD**

**Natural stone test methods - Determination of frost resistance**

**EN 12371**

European Committee  
for Standardization

Київ 2007

## **Передмова**

1 ВНЕСЕНО : Корпорація «Укрбудматеріали», Технічний комітет зі стандартизації „Будівельні матеріали” за сприяння Проекту БІЗПРО, що фінансується Агентством США з міжнародного розвитку (USAID)

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПЕРЕКЛАДУ: Торгово-Промислова палата України

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: В. Одрінська, Л. Березняк, В. Васильєва, Г. Желудков, Ю. Коробка, В. Мещеряков, В. Нецький

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 27 вересня 2007 р. N 218

3 Національний стандарт відповідає EN 12371 Natural stone test methods - Determination of frost resistance (Методи випробування природного каменю. Визначення опору заморожуванню) крім пункту 7.2 (етап 2), додаток Б

Ступінь відповідності – модифікований (MOD)

Переклад з англійської мови (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

## Вступ

Цей Європейський стандарт підготовлено Технічним комітетом TC 246 "Природний камінь", секретарем якого є Італійська організація зі стандартизації.

Цьому Європейському стандарту надається статус національного стандарту шляхом публікації ідентичного тексту або схвалення не пізніше квітня 2002 року, а національні стандарти, що йому суперечать, втрачають чинність не пізніше грудня 2002 року.

Цей стандарт входить до серії проектів стандартів, що встановлюють методи випробування природного каменю.

Методи випробування природного каменю складаються з таких частин:

EN 1925 Методи випробування природного каменю. Визначення коефіцієнта капілярного водопоглинання

EN 1926 Методи випробування природного каменю. Визначення границі міцності на стиск

EN 1936 Методи випробування природного каменю. Визначення фактичної й об'ємної густини, загальної та наявної пористості

EN 12370 Методи випробування природного каменю. Визначення опору кристалізації солі

EN 12372 Методи випробування природного каменю. Визначення границі міцності при згині під концентрованою вагою

EN 12407 Методи випробування природного каменю. Петрографічний аналіз

## Foreword

This European Standard has been prepared by Technical Committee TC 246 "Natural Stone", the secretariat of which is held by UNI.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by April 2002, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by December 2002.

This standard is one of the series of draft standards for tests on natural stone.

Test methods for natural stone consist of the following parts:

EN 1925 Natural stone test methods - Determination of water absorption coefficient by capillarity

EN 1926 Natural stone test methods - Determination of compressive strength

EN 1936 Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density and of total porosity and open porosity

EN 12370 Natural stone test methods - Determination of resistance to salt crystallization

EN 12372 Natural stone test methods - Determination of flexural strength under concentrated load

EN 12407 Natural stone test methods - Petrographic examination

Попередній стандарт prEN 13161 Методи випробування природного каменю. Визначення границі міцності при згині (під постійним моментом)

prEN 13161 Natural stone test methods - Determination of flexural resistance (under constant moment)

EN 13364 Методи випробування природного каменю. Визначення руйнівного навантаження в монтажних отворах

prEN 13364 Natural stone test methods - Determination of the breaking load at dowel hole

Попередній стандарт prEN 13373 Методи випробування природного каменю. Визначення геометричних характеристик виробів

prEN 13373 Natural stone test methods - Determination of geometric characteristics on units

Попередній стандарт prEN 13755 Методи випробування природного каменю. Визначення водопоглинання при атмосферному тиску

prEN 13755 Natural stone test methods - Determination of water absorption at atmospheric pressure

Попередній стандарт prEN 13919 Методи випробування природного каменю. Визначення опору старінню через вплив SO<sub>2</sub> за наявності вологості

prEN 13919 Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by SO<sub>2</sub> action in the presence of humidity

Попередній стандарт prEN 14066 Методи випробування природного каменю. Визначення опору старінню через тепловий удар

prEN 14066 Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by thermal shock

Попередній стандарт prEN 14146 Методи випробування природного каменю. Визначення динамічного модуля пружності (за допомогою виміру основної частоти резонансу)

prEN 14146 Natural stone test methods - Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency)

Попередній стандарт prEN 14147 Методи випробування природного каменю. Визначення опору старінню через сольовий туман

prEN 14147 Natural stone test methods - Determination of resistance to ageing by salt mist

Попередній стандарт prEN 14157 Методи випробування природного каменю. Визначення стійкості до стирання

prEN 14157 Natural stone test methods - Determination of abrasion resistance

Попередній стандарт prEN 14158 Методи випробування природного каменю. Визначення сили розриву

prEN 14158 Natural stone test methods - Determination of rupture energy

Попередній стандарт prEN 14205 Методи

випробування природного каменю. Визначення твердості за Кнупом

prEN 14205 Natural stone test methods - Determination of Knoop hardness

Попередній стандарт prEN (робочий номер WI 00246011) Методи випробування природного каменю. Визначення коефіцієнта теплового розширення

prEN ...(WI 00246011) Natural stone test methods - Determination of thermal dilatation coefficient

Попередній стандарт prEN (робочий номер WI 00246012) Методи випробування природного каменю. Визначення швидкості поширення звуку

prEN ...(WI 00246012) Natural stone test methods - Determination of sound - speed propagation

Попередній стандарт prEN (робочий номер WI 00246017) Методи випробування природного каменю. Визначення коефіцієнта ковзання

prEN ...(WI 00246017) Natural stone test methods - Determination of slip coefficient

Попередній стандарт prEN (робочий номер WI 00246018) Методи випробування природного каменю. Визначення статичного модуля пружності

prEN ...(WI 00246018) Natural stone test methods - Determination of static elastic modulus

Передбачається, що інші стандарти EN посилатимуться на цей Європейський стандарт як на основу для оцінки відповідності. Проте регулярне випробування всіх виробів із природного каменю всіма наведеними методами не передбачається. Технічні умови в інших стандартах повинні мати посилання лише на відповідні методи випробування.

It is intended that other ENs should call up this European Standard as the basis of evaluation of conformity. (Nevertheless it is not intended that all natural stones products should be subjected regularly to all the listed tests. Specifications in other standards should call up only relevant test methods).

Цей Європейський стандарт має додаток А (довідковий).

This European Standard contains Annex A (informative).

Згідно з Внутрішніми правилами CEN/CENELEC запроваджувати цей Європейський стандарт зобов'язані національні організації зі стандартизації таких країн: Австрії, Бельгії, Чехії, Данії, Фінляндії, Франції, Німеччини, Греції, Ісландії, Ірландії, Італії, Люксембургу, Нідерландів, Норвегії, Португалії, Іспанії, Швеції, Швейцарії та Сполученого Королівства.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

**Будівельні матеріали**

**Методи випробування природного каменю. Визначення морозостійкості**

**Строительные материалы**

**Методы испытаний природного камня. Определение морозостойкости**

**Building materials**

**Natural stone test methods – Determination of frost resistance**

Чинний від **2008-07-01**

**1 Сфера застосування**

Цей Європейський стандарт визначає метод оцінки впливу циклів заморожування–розморожування на природний камінь. Термінологію див. у попередньому стандарті prEN 12670, найменування див. у стандарті EN 12240. Для оцінки впливу циклів заморожування–розморожування на відповідні експлуатаційні характеристики до нього входить опис як скороченого технологічного випробування (випробування А), так і ідентифікаційного випробування (випробування Б).

**2 Нормативні посилання**

Цей Європейський стандарт об'єднує в собі шляхом посилання на них положення інших публікацій із наведеним або без наведення дати. Ці нормативні посилання цитуються у відповідних місцях тексту з наведенням після них переліку публікацій. Коли посилання датоване, подальші зміни, доповнення або перегляд цих публікацій є чинними для цього Європейського стандарту лише тоді, коли їх включено до нього шляхом унесення зміни, доповнення або перегляду. Якщо посилання не датоване, чинною є остання редакція публікації, на яку наведено посилання (в тому числі зміни й доповнення до неї).

EN 1926 Методи випробування природного каменю. Визначення міцності при стиску

EN 12372 Методи випробування природного каменю. Визначення границі міцності при згині під концентрованою вагою

EN 12440 Природний камінь. Критерії найменування

Попередній стандарт prEN 12670 Природний камінь. Термінологія

This European Standard was approved by CEN on 17 August 2001

ICS 73.020; 91.100.15

English version

**Natural stone test methods – Determination of frost resistance**

October 2001

**1 Scope**

This European Standard specifies a method to assess the effect of freeze/thaw cycles on natural stones – refer to prEN 12670 for terminology, and EN 12440 for denomination –. The standard contains provision for both a shorter technological test (Test A) to assess the effect of freeze/thaw cycles on the relevant performance characteristics and an identification test (Test B).

**2 Normative references**

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references, the last edition of the publication referred to applies (including amendments).

EN 1926, Natural stone test methods – Determination of compressive strength

EN 12372, Natural stone test methods. Determination of flexural strength under concentrated load

EN 12440, Natural stone – Denomination criteria

prEN 12670, Terminology of natural stone

Попередній стандарт prEN 13161 Методи випробування природного каменю. Визначення границі міцності при згині (під постійним моментом)

Попередній стандарт prEN 13364 Методи випробування природного каменю. Визначення руйнівного навантаження в монтажних отворах

Попередній стандарт prEN 14066 Методи випробування природного каменю. Визначення опору старінню через тепловий удар

Попередній стандарт prEN 14146 Методи випробування природного каменю. Визначення динамічного модуля пружності (за допомогою виміру основної частоти резонансу)

prEN 13161, Natural stone test methods – Determination of flexural resistance (under constant moment)

prEN 13364, Natural stone test methods – Determination of the breaking load at dowel hole.

prEN 14066, Natural stone test methods – Determination of resistance to ageing by thermal shock

prEN 14146, Natural stone test methods – Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency).

### 3 Принцип

Морозостійкість виробів із природного каменю визначається за допомогою випробування, що складається із циклів заморожування в повітрі й розморожування у воді.

### 4 Позначення

$M_{d0}$	маса сухого зразка до занурення у воду й до заморожування у грамах
$M_{s0}$	маса насиченого водою зразка після занурення у воду й до заморожування у грамах
$M_{h0}$	теоретична маса зразка у воді до заморожування у грамах
$M_{dn}$	маса сухого зразка після $n$ циклів у грамах
$M_{sn}$	маса насиченого водою зразка після $n$ циклів у грамах
$M_{hn}$	теоретична маса зразка у воді після $n$ циклів у грамах
$V_{b0}$	теоретичний об'єм зразка перед заморожуванням у міліметрах
$V_{bn}$	теоретичний об'єм зразка після $n$ циклів у міліметрах
$\Delta V_b$	зміна теоретичного об'єму зразка, в процентному співвідношенні
$E_0$	динамічний модуль пружності сухого зразка перед заморожуванням у мегапаскалях
$E_n$	динамічний модуль пружності сухого зразка після $n$ циклів у мегапаскалях
$\Delta E$	зміна динамічного модуля пружності в процентному співвідношенні

### 5 Обладнання

**5.1** Бак достатньої ємності для заморожування необхідної кількості зразків, можливо з автоматичною системою контролю, щоб запрограмувати цикли заморожування і розморожування всередині камери з точністю  $\pm 1,0$  °C.

### 3 Principle

The frost resistance of natural stone units is determined by a test comprising cycles of freezing in air and thawing in water.

### 4 Symbols

$M_{d0}$	mass of the dry specimen before immersion in water and before freezing, in grams
$M_{s0}$	mass of the saturated specimen after immersion in water and before freezing, in grams
$M_{h0}$	apparent mass of the specimen in water before freezing, in grams
$M_{dn}$	mass of the dry specimen at $n$ cycles, in grams
$M_{sn}$	mass of the saturated specimen at $n$ cycles, in grams
$M_{hn}$	apparent mass of the specimen in water at $n$ cycles, in grams
$V_{b0}$	apparent volume of the specimen before freezing, in milliliters
$V_{bn}$	apparent volume of the specimen at $n$ cycles, in milliliters
$\Delta V_b$	change in apparent volume of the specimen, as a percentage
$E_0$	dynamic elastic modulus of the dry specimen before freezing, in Megapascals
$E_n$	dynamic elastic modulus of the dry specimen at $n$ cycles, in Megapascals
$\Delta E$	change in dynamic elastic modulus, as a percentage.

### 5 Apparatus

**5.1** A freezing tank of sufficient capacity to hold the required number of specimens, possibly with an automatic control system to programme the freezing and thawing cycles within the chamber with a precision of  $\pm 1,0$  °C.

ПРИМІТКА. У разі відсутності відповідної автоматичної системи випробування можуть проводитися вручну.

**5.2** Система реєстрації температури, що здатна вимірювати температуру до  $\pm 0,1$  °C.

**5.3** Прилад для вимірювання динамічного модуля пружності відповідно до попереднього стандарту prEN 14146.

**5.4** Вага з точністю принаймні 0,01 % від маси, що зважуватиметься.

**5.5** Духова шафа з вентиляцією, що здатна підтримувати температуру ( $70 \pm 5$ ) °C.

## 6 Підготовка зразків

### 6.1 Відбір зразків

Відбір зразків не входить до обов'язків дослідної лабораторії, якщо про це не домовлено окремо.

Для ідентифікаційного випробування обирається принаймні сім зразків, що вважаються показовими щодо основної частини каменю, який випробовується. За допомогою одного зразка контролюється внутрішня температура.

Для проведення технологічних випробувань кількість зразків повинна узгоджуватися з відповідним стандартом (також див. таблицю 1). Необхідні два комплекти зразків, один з яких випробовується після впливу на нього циклів заморожування–розморожування, а інший випробовується без циклів заморожування–розморожування. Кожен комплект зразків обирається з основної маси каменю, що випробовується, випадковим методом. Крім того, необхідний один додатковий зразок, за допомогою якого контролюється температура зразків.

NOTE The tests can be executed manually if no suitable automated system is available.

**5.2** A temperature recording system capable of measuring temperature to  $\pm 0,1$  °C.

**5.3** A device for measuring dynamic elastic modulus in accordance with prEN 14146.

**5.4** A weighing instrument with an accuracy of at least 0,01 % of the mass to be weighed.

**5.5** A ventilated oven capable of maintaining a temperature of ( $70 \pm 5$ ) °C.

## 6 Preparation of the specimens

### 6.1 Sampling

The sampling is not the responsibility of the test laboratory except where specially requested.

For an identification test, at least seven specimens, which are considered representative of the body of stone being tested, shall be selected. Use one specimen to monitor the core temperature.

For technological tests the number of specimens shall be in accordance with the appropriate standard (see also Table 1). Two sets of specimens are required, one to be tested after being subjected to the freeze/thaw cycles, the other to be tested without freeze/thaw cycling. Each set shall be randomly selected from the body of stone to be tested. In addition, one extra specimen is used to monitor the temperature of the specimens.



**Таблиця 1 – Підсумок проведення випробування на заморожування–розморожування**  
**Table 1 – Summary of the application of the freeze/thaw test**

	Технологічне випробування (випробування А) Technological test (Test A)				Ідентифікаційне випробування (випробування Б) Identification test (Test B)
	Границя міцності при згині Flexural strength	Навантаження в монтажних отворах Load at a dowel hole	Тепловий удар Thermal shock	Границя міцності при стиску Compressive strength	
Розмір зразка в мм Specimen size in mm	(див. прим.1) (see Note 1)	200 x 200 x $t_1$ або 200 x 200 x $t_2$ (див. прим. 2) 200 x 200 x $t_1$ or 300 x 300 x $t_2$ (see Note 2)	200 x 200 x 20	(див. прим. 4) (see Note 4)	50 x 50 x 300
Мінімальна кількість зразків Minimum number of specimens	21	5 або 7 (див. прим. 3) 5 or 7 (see Note 3)	15	13	13

ПРИМІТКА 1. Розмір зразка відповідно до EN 12372 або prEN 13161.  
NOTE 1 Specimen size according to EN 12372 or prEN 13161.

ПРИМІТКА 2.  $30 \text{ мм} \leq t_1 \leq 65 \text{ мм}$ ;  $65 \text{ мм} \leq t_2 \leq 80 \text{ мм}$ .  
NOTE 2  $30 \text{ mm} \leq t_1 \leq 65 \text{ mm}$ ;  $65 \text{ mm} < t_2 \leq 80 \text{ mm}$ .

ПРИМІТКА 3. Кількість зразків залежить від наявності анізотропних рис.  
NOTE 3 The number of specimens depends on the presence of any anisotropic features.

ПРИМІТКА 4. Розмір зразка відповідно до EN 1926.  
NOTE 4 Specimen size according to EN 1926.

## 6.2 Розмір зразків

### 6.2.1 Технологічне випробування (випробування А)

При проведенні випробування для визначення впливу циклів заморожування–розморожування на експлуатаційні характеристики (наприклад, EN 12372 або prEN 13161 – границя міцності при згині, prEN 13364 – руйнівне навантаження в монтажних отворах, prEN 14066 – опір тепловому удару й EN 1926 – міцність при стиску) зразки обираються згідно з вимогами відповідного стандарту.

### 6.2.2 Ідентифікаційне випробування (випробування Б)

Зразки мають форму прямокутної призми з розмірами 50 мм x 50 мм x 300 мм. Довга вісь паралельна площинам анізотропії.

### 6.2.3 Нанесення на зразки контрольних позначок

Для забезпечення проведення вимірів динамічного модуля пружності до й після циклів заморожування–розморожування в тих самих точках зразків необхідно нанести на відповідні поверхні зразків незмивні відмітки у формі крапки.

Провести незмивну лінію вздовж осі двох опор, на яких зразки будуть розміщені під час визначення

## 6.2 Size of specimens

### 6.2.1 Technological test (Test A)

Where the test is carried out to determine the effect of freeze/thaw cycles on performance characteristics (for example EN 12372 or prEN 13161 – flexural strength, prEN 13364 – breaking load at a dowel hole, prEN 14066 – resistance to thermal shock, and EN 1926 – compressive strength) the specimens shall be in accordance with the appropriate standard.

### 6.2.2 Identification test (Test B)

The specimens are in the form of rectangular prisms with dimensions of 50 mm x 50 mm x 300 mm. The long axis shall be parallel to the anisotropy planes.

### 6.2.3 Putting reference marks on the specimens

To ensure that the various dynamic elastic modulus measurements performed before and after the freeze/thaw cycles are done at the same points on the specimens, make indelible marks, in the form of points, on the relevant faces of the specimens.

Trace an indelible line at the point of the axis of the two supports on which the specimens will be placed during

динамічного модуля пружності.

### 6.3 Контроль внутрішньої температури

На один зразок із кожного комплекту зразків установлюється прилад (наприклад, термопара) для виміру температури зразка під час циклів заморожування і розморожування. Прилад розміщується в отворі, просвердленому вздовж довшої осі зразка. Діаметр цього отвору має відповідати діаметру приладу. Центр отвору рівновіддалений від краєвих зразка й має мінімальну глибину 50 мм від верху. Якщо використовуються зразки у формі куба, глибина отвору становить  $(25 \pm 5)$  мм. Прилад розміщується в отворі, після чого отвір залишається незаповненим.

### 6.4 Висушування зразків

Зразки висушуються при температурі  $(70 \pm 5)$  °C до постійної маси. Маса вважається постійною, коли різниця між двома зважуваннями через проміжок  $(24 \pm 2)$  год не перевищує 0,1% від першої із двох мас. Вимір маси сухих зразків – це початкове значення  $M_{d0}$ . Якщо зразки використовуватимуться для ідентифікаційного випробування, виміряти модуль пружності. Вимір, знятий на цьому етапі, вважається початковим значенням  $E_0$ .

### 6.5 Занурення зразків у воду

Помістити зразки в бак у вертикальному положенні на відстані принаймні 15 мм один від одного. Налити водопровідну воду температурою  $(20 \pm 10)$  °C до половини висоти зразків (час  $t_0$ ). У час  $t_0 + (60 \pm 5)$  хв. долити водопровідну воду до рівня трьох четвертих висоти зразків. У час  $t_0 + (120 \pm 5)$  хв. долити водопровідну воду до рівня повного занурення зразків на  $25 \pm 5$  мм від водю. Після цього зразки залишаються повністю зануреними у воду на  $48 \pm 2$  год.

Якщо зразки використовуватимуться для ідентифікаційного випробування, виміряти теоретичну масу у воді й масу в повітрі (для цього зразок поверхнево висушується після вилучення з води). Виміри, зняті на цьому етапі, вважаються початковими показниками відповідно  $M_{h0}$  і  $M_{s0}$ .

### 6.6 Кількість циклів

#### 6.6.1 Технологічне випробування (випробування А)

Для технологічних випробувань необхідна кількість циклів наводиться у відповідному спеціальному стандарті.

ПРИМІТКА. Можна провести випробування з більшою кількістю циклів, проте результати такого випробування не можуть використовуватись як основа для маркування знаком CE.

#### 6.6.2 Ідентифікаційне випробування (випробування Б)

the determination of the dynamic elastic modulus.

### 6.3 Monitoring core temperature

One specimen in each set of specimens shall be fitted with a device (for example a thermocouple) to measure the temperature of the specimen during freezing and thawing cycles. The device shall be placed in a hole drilled parallel to the long axis of the specimen. The diameter of this hole has to be appropriate to the diameter of the device. The centre of the hole shall be equidistant from the edges of the specimen to a minimum depth of 50 mm from the top. If cubes are being used, the hole shall be  $(25 \pm 5)$  mm deep. The device shall be placed in the hole which is then left unfilled.

### 6.4 Drying the specimens

The specimens are dried at a temperature of  $(70 \pm 5)$  °C to constant mass. This is assumed to have been attained when the difference between two weighings at an interval of  $(24 \pm 2)$  h is not greater than 0,1% of the first of these two masses. The measurement of the dry specimens is the initial value  $M_{d0}$ . If the specimens are to be used for an identification test, make measurements of the modulus of elasticity, the measurement taken at this point is regarded as the initial value,  $E_0$ .

### 6.5 Immersion of the specimens

Place the specimens upright in a container at least 15 mm from adjacent specimens. Then add tap water  $(20 \pm 10)$  °C up to half the height of the specimens (time  $t_0$ ). At time  $t_0 + (60 \pm 5)$  min add tap water until the level of the water reaches three-quarters of the height of the specimens. At time  $t_0 + (120 \pm 5)$  min add tap water until the specimens are completely immersed under  $(25 \pm 5)$  mm of water. The specimens are then left completely immersed for  $(48 \pm 2)$  h.

If the specimens are to be used for an identification test, make measurements of the apparent mass in water and the mass in air (the specimen is surface dried after removal from the water). The measurements taken at this point are regarded as the initial values,  $M_{h0}$  and  $M_{s0}$  respectively.

### 6.6 Number of cycles

#### 6.6.1 Technological test (Test A)

For technological tests the number of cycles is given in the appropriate specific standard.

NOTE A great number of cycles can be carried out but this cannot be used as a basis for CE marking.

#### 6.6.2 Identification test (Test B)

Для ідентифікаційного випробування максимальну кількість циклів вказує замовник. Якщо цей показник не визначений, випробування проводиться, поки зразок не вийде з ладу, але не більше 240 циклів. Критерії виходу з ладу наведені в 7.3.2.4 (див. також 7.3.2, 7.3.2.1–7.3.2.3). Крім того, подальші вказівки для конкретних типів експлуатації містяться у відповідних національних додатках або технічних умовах.

## 7 Процедура випробування

### 7.1 Розміщення зразків у баку для заморожування

Зразки розміщуються в баку довгою віссю вертикально або горизонтально в такий спосіб, щоб вони не доторкалися один до одного або до боків бака. Зразки розміщуються на відстані принаймні 10 мм один від одного й 20 мм від боків бака. Контрольний зразок, у якому знаходиться прилад для вимірювання температури, розміщується в центрі між зразками, що випробовуються.

Після кожних 14 циклів (або менше, якщо це зручно) обертати зразки на  $180^{\circ}$  навколо горизонтальної осі.

### 7.2 Опис циклів заморожування і розморожування

Кожен цикл складається із шестигодинного періоду заморожування в повітрі й шестигодинного періоду розморожування, під час якого зразки занурюються у воду. Цикли повторюються, поки зразки не вийдуть із ладу або до визначеної максимальної кількості циклів.

Під час циклу температура в центрі контрольного зразка повинна залишатися в межах, наведених на рисунку 1. Діапазон допустимих температур є результатом різних темпів охолодження, заморожування й розморожування, які пов'язані з об'ємною густиною, пористістю і водопоглинанням випробуваного каменю.

Кожен цикл проходить так:

For an identification test the maximum number of cycles is specified by the client. If no value is specified, continue the test until the specimens are classed as failed up to a maximum of 240 cycles. The criteria for failure are given in 7.3.2.4 (see also 7.3.2 and 7.3.2.1 to 7.3.2.3). In addition, further guidance for specific uses may be found in relevant national annexes or specifications.

## 7 Test procedure

### 7.1 Arrangement of the specimens in the freezing tank

The specimens are placed in the tank with either the long axis vertical or horizontal and in such a way that they do not come into contact with each other or with the sides of the tank. They are positioned at least 10 mm apart, and at least 20 mm away from the tank sides. The reference specimen containing the temperature measuring device is placed in the middle of the specimens to be tested.

After each 14 cycles (or less if convenient), turn the specimens through  $180^{\circ}$  around the horizontal axis.

### 7.2 Description of the freezing and thawing cycles

Each cycle consists of a six hour freezing period in air, followed by a six hour thawing period during which the specimens are immersed in water. The cycles shall be repeated until the specimens fail or up to the given maximum number of cycles.

During the cycle, the changes in the temperature at the centre of the monitored specimen shall remain within the zone shown in Figure 1. The range of permitted temperatures is the result of different rates of cooling, freezing and thawing which are related to the apparent density, porosity and the water absorption of the stone under test.

Each cycle is as follows:

	Температура в центрі зразка, що контролюється Temperature at the centre of the monitored specimen	Час Time
Початок циклу Start of cycle	$\geq +5^{\circ}\text{C} \leq +20^{\circ}\text{C}$	$T_0$
Етап 1 Stage 1	$\leq 0^{\circ}\text{C} \geq -8^{\circ}\text{C}$	$T_0 + 2,0$ год $T_0 + 2,0$ h
Етап 2 Stage 2	$\leq -8^{\circ}\text{C} \geq -12^{\circ}\text{C}$	$T_0 + 6,0$ год $T_0 + 6,0$ h
Етап 3 Stage 3	Повне занурення Total immersion	$T_0 + 6,5$ год $T_0 + 6,5$ h
Етап 4 Stage 4	$\geq +5^{\circ}\text{C} \leq +20^{\circ}\text{C}$	На $T_0 + 9,0$ год By $T_0 + 9,0$ h
Етап 5 Stage 5	$\geq +5^{\circ}\text{C} \leq +20^{\circ}\text{C}$	$T_0 + 12,0$ год $T_0 + 12,0$ h

Якщо температура каменю виходить за межі цього діапазону, камеру необхідно скоригувати так, щоб температура залишалася в межах вказаного

If the temperature of the stone does not remain within the zone, the chamber shall be adjusted so that it does and any deviations noted in the test report, if the test is

діапазону, а будь-які відхилення зареєструвати в звіті. Якщо випробування проводиться вручну, етап 5 можна продовжити до  $T_0 + 24,0$  год.

Для проведення ідентифікаційного випробування можна використовувати іншу кількість циклів і режимів, якщо замовником висунуті конкретні вимоги (див. додаток А). Будь-які зміни режимів необхідно зазначити в звіті про випробування.

**ПРИМІТКА.** Важливо розморожувати зразки у воді, оскільки це забезпечить їх насиченість водою на початку наступного періоду заморожування.

Якщо випробування має бути перерване в будь-який час (крім як для проведення випробування), зразки необхідно занурити у воду при температурі  $(20 \pm 5)$  °C.

### **7.3 Контрольні вимірювання для визначення морозостійкості**

#### **7.3.1 Технологічне випробування (випробування А)**

##### **7.3.1.1 Візуальний огляд**

Візуальний огляд виконується відповідно до 7.3.2.1.

##### **7.3.1.2 Інші методи (наприклад, зміна границі міцності при згині)**

Після завершення необхідної кількості циклів зразки випробовуються згідно з відповідним стандартом.

#### **7.3.2 Ідентифікаційне випробування (випробування Б)**

Для оцінки впливу на зразки циклів заморожування–розморожування використовуються три критерії:

- візуальний огляд;
- вимір теоретичного об'єму;
- вимір динамічного модуля пружності (модуль Янга).

Контрольні вимірювання виконуються після періоду розморожування. Для розморожування необхідний строк принаймні 4 години після занурення у воду. Після проведення вимірів зразки негайно знову занурюються у воду. Візуальний огляд і вимір маси в повітрі й теоретичної маси у воді проводяться принаймні кожні 14 циклів, а динамічного модуля пружності (модуль Янга) – принаймні кожні 28 циклів.

Усі результати реєструються у відповідній формі.

##### **7.3.2.1 Візуальний огляд**

Після циклів заморожування–розморожування зразки оглядаються з усіх боків і на усіх поверхнях, а їх стан оцінюється в балах за такою шкалою:

- 0 зразок непошкоджений;
- 1 дуже незначне пошкодження (незначне

being carried out manually, then Stage 5 can be extended to  $T_0 + 24,0$  h.

For the identification test, different numbers of cycles and conditions may be used if particular requirements are specified by the client (See Annex A). Any changes in the conditions shall be noted in the test report.

**NOTE** It is important that the specimens are thawed in water as this ensures that they are water impregnated at the start of the next freezing period.

If the test is to be interrupted, other than for testing, at any time then the specimens are to be immersed in water at  $(20 \pm 5)$  °C.

### **7.3 Control measurements to determine the freeze/thaw resistance**

#### **7.3.1 Technological test (Test A)**

##### **7.3.1.1 Visual inspection**

A visual inspection may be carried out in accordance with 7.3.2.1 (above).

##### **7.3.1.2 Other methods (for example change in flexural strength)**

After the completion of the required number of cycles, the specimens shall be tested in accordance with the appropriate standard.

#### **7.3.2 Identification test (Test B)**

Three criteria are used to assess the action of freezing and thawing cycles on the specimens:

- visual inspection
- measurement of the apparent volume
- measurement of the dynamic elastic modulus (Young's modulus)

The control measurements are performed after the thawing period. A period of at least 4 hours after introduction of the water is necessary to achieve thawing. The specimens are re-immersed immediately after the measurements have been performed. The visual inspection and the measurements of the mass in air and the apparent mass in water shall be performed at least every 14 cycles and the dynamic elastic modulus (Young's modulus) at least every 28 cycles.

All results shall be recorded in an appropriate form.

##### **7.3.2.1 Visual inspection**

After the freeze–thaw cycles, the specimens are examined on all faces and sides and their behaviour scored using the following scale:

- 0 specimen intact
- 1 very minor damage (minor rounding of corners and

- закруглення кутів і кромки), що не ставить під сумнів цілісність зразка;
- 2 одна або декілька незначних тріщин (завширшки  $\leq 1$  мм) або відокремлення невеликих осколків (кожний осколок  $\leq 10$  мм<sup>2</sup>);
  - 3 одна або декілька тріщин, отворів або відокремлення осколків більші ніж за визначенням бали „2”, або зміна матеріалу в прожилках;
  - 4 зразок розпався надвоє або має великі тріщини;
  - 5 зразок розпався на частки або зруйнований.

Необхідно зареєструвати кількість циклів, після якої в результаті візуального огляду буде виставлено 3 бали (див. також 7.3.2.4).

### 7.3.2.2 Вимірювання теоретичного об'єму

Вимірювання зміни теоретичного об'єму під час циклів заморожування–розморожування дозволяє підрахувати втрати матеріалу внаслідок пошкодження зразків.

Кожен зразок після занурення у воду й до початку циклів необхідно:

- зважити у воді й зареєструвати теоретичну вагу  $M_{h0}$ ;
- поверхнево висушити зволоженою ганчіркою і визначити масу насиченого водою зразка  $M_{s0}$ .

Повторити ці виміри після  $n$  циклів (відповідно  $M_{hn}$  і  $M_{sn}$ ).

Початковий теоретичний об'єм визначається за формулою:

$$V_{b0} = (M_{s0} - M_{h0}).$$

Після  $n$  циклів теоретичний об'єм визначається за формулою:

$$V_{bn} = (M_{sn} - M_{hn}).$$

ПРИМІТКА. Для цілей цього випробування густина води приймається рівною 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Зміна теоретичного об'єму в процентах після  $n$  циклів ( $\Delta V_b$ ) розраховується за такою формулою:

$$\Delta V_b = \frac{((M_{s0} - M_{h0}) - (M_{sn} - M_{hn})) \times 100}{(M_{s0} - M_{h0})}$$

Вважається, що зразок зазнав пошкодження, коли зменшення теоретичного об'єму досягає 1% від початкового теоретичного об'єму. Необхідно зареєструвати кількість циклів, коли вперше було виміряне пошкодження.

### 7.3.2.3 Вимірювання динамічного модуля пружності

edges) which does not compromise the integrity of the specimen.

- 2 one or several minor cracks ( $\leq 0,1$  mm width) or detachment of small fragments ( $\leq 10$  mm<sup>2</sup> per fragment).
- 3 one or several cracks, holes or detachment of fragments larger than those defined for the „2” rating, or alteration of material in veins
- 4 specimen broken in two or with major cracks
- 5 specimen in pieces or disintegrated

The number of cycles at which the score of the visual examination attains 3 shall be noted (see also 7.3.2.4).

### 7.3.2.2 Measurement of apparent volume

Measurement of changes in apparent volume during the freezing–thawing cycles makes it possible to calculate the losses of material due to the deterioration the specimens undergo.

For each specimen, after immersion in water and before the start of the cycles:

- weigh the specimen in water and record the apparent mass:  $M_{h0}$
- surface dry the specimen with a dampened cloth and determine the mass of the saturated specimen:  $M_{s0}$ .

Repeat the same measurements at  $n$  cycles ( $M_{hn}$  and  $M_{sn}$  respectively).

The initial apparent volume is expressed by:

At  $n$  cycles, the apparent volume is expressed by:

NOTE For the purposes of this test the density of water is assumed to be 1000 kg/m<sup>3</sup>.

The percentage change in apparent volume ( $\Delta V_b$ ) at  $n$  cycles is calculated as follows:

Deterioration is considered to have occurred on a specimen when the reduction in apparent volume reaches 1% of the original apparent volume. The number of cycles at which this is first measured shall be noted.

### 7.3.2.3 Measurement of the dynamic elastic modulus

Деякі пошкодження, такі як мікротріщини, можна виявити за допомогою виміру зміни динамічного модуля пружності під час циклів заморожування–розморожування. Модуль динамічної пружності (модуль Янга) вимірюється відповідно до попереднього стандарту prEN 14146.

Вимірювання проводяться після висушування зразків до постійної маси (див. 6.4). Після цього зразки необхідно знову занурити у воду відповідно до 6.5 і відновити цикл заморожування–розморожування.

Зменшення у процентах динамічного модуля пружності (модуля Янга) розраховується за такою формулою:

$$\Delta E = \frac{(E_0 - E_n) \times 100}{E_0}$$

де  $E_0$  – це початковий вимір у сухому стані (див. 6.4), знятий до початку циклів;  
 $E_n$  – вимір в сухому стані (див. 6.4) після  $n$  циклів.

Необхідно зареєструвати кількість циклів, після якої зменшення динамічного модуля пружності досягне 30%.

#### 7.3.2.4 Пошкодження

Випробування продовжується, поки два або більше зразків не будуть визнані такими, що вийшли з ладу, за будь-яким із таких критеріїв:

- результат візуального огляду досягає 3 балів;
- зменшення теоретичного об'єму досягає 1%;
- зменшення динамічного модуля пружності досягає 30%.

## 8 Подання результатів

### 8.1 Технологічне випробування (випробування А)

Зміна експлуатаційних якостей визначається за окремими результатами методів, наведених в стандарті на відповідні вироби.

### 8.2 Ідентифікаційне випробування (випробування Б)

Реєструється кількість завершених циклів, причини виходу з ладу і результати всіх вимірів, виконаних до виходу з ладу.

## 9 Звіт про випробування

До звіту про випробування повинна бути включена така інформація:

- унікальний ідентифікаційний номер звіту;
- номер, назва і дата випуску цього Європейського стандарту;

By measuring the change in the dynamic elastic modulus during the freezing–thawing cycles it is possible to detect some deterioration, such as microcracks. The dynamic elastic modulus (Young's modulus) is measured in accordance with prEN 14146.

It is necessary to dry the specimens to constant mass (see 6.4) and then perform the measurement. The specimens are then re-immersed in water in accordance with 6.5 before the freeze/thaw cycle is resumed.

The percentage decrease in dynamic elastic modulus (Young's modulus) is calculated as follows:

Where

$E_0$  is the initial measurement in a dry condition (see 6.4) performed before cycling starts and  $E_n$  the measurement in a dry condition (see 6.4) after  $n$  cycles.

The number of cycles at which the decrease of dynamic elastic modulus reaches 30 % shall be noted.

#### 7.3.2.4 Deterioration

The test continues until two or more of the specimens are classed as failed using any of the following criteria:

- the score of the visual inspection attains 3;
- the decrease of apparent volume reaches 1%;
- the decrease of dynamic elastic modulus reaches 30 %.

## 8 Expression of the results

### 8.1 Technological test (Test A)

The change in performance is determined from the individual results using methods given in the relevant product standard.

### 8.2 Identification test (Test B)

The number of cycles completed, the reasons for failure and the results of all measurements prior to failure are recorded.

## 9 Test report

The test report shall contain the following information:

- unique identification number of the report;
- the number, title and date of issue of this European Standard;
- the name and address of the test laboratory and the

c) назва й адреса дослідної лабораторії і місце проведення випробування, якщо воно відмінне від адреси дослідної лабораторії.

d) назва (ім'я) і адреса замовника;

e) замовник надає таку інформацію:

- петрографічна назва каменю;
- торговельна назва каменю;
- країна і район видобування;
- назва постачальника;
- напрям існуючої площини анізотропії (якщо це має значення для випробування), яке чітко вказується на комплекті зразків або на кожній одиниці зразка двома паралельними лініями;
- ім'я особи або назва організації, що провела відбір зразків;
- тип обробки поверхні зразків (якщо це має значення для випробування);

f) дата поставки комплекту зразків або зразка;

g) дата підготовки зразка (у відповідних випадках) і дата проведення випробування;

h) кількість зразків у комплекті;

i) розміри зразків;

j) для технологічного випробування – зміна експлуатаційних якостей у процентах в результаті застосування до зразків циклів заморожування–розморожування й кількість проведених циклів;

для ідентифікаційного випробування – максимальна кількість циклів, указана замовником, і кількість циклів до появи пошкоджень;

k) застереження про похибку вимірів (у відповідних випадках);

l) усі відхилення від стандарту з обґрунтуванням;

m) примітки.

Звіт про випробування містить підписи й обов'язки осіб, відповідальних за проведення випробування, та дату складання звіту. Крім того, вказується, що звіт не може частково відтворюватися без письмового дозволу дослідної лабораторії.

address where the test was carried out if different from the test laboratory;

d) the name and address of the client;

e) it is the responsibility of the client to supply the following information:

- the petrographic name of the stone;
- the commercial name of the stone;
- the country and region of extraction;
- the name of the supplier;
- the direction of any existing plane of anisotropy (if relevant to the test) to be clearly indicated on the sample or on each specimen by means of two parallel lines;
- the name of the person or organization which carried out the sampling;
- the surface finish of the specimens (if relevant to the test);

f) the date of delivery of the sample or of the specimens;

g) the date when the specimens were prepared (if relevant) and the date of testing;

h) the number of specimens in the sample;

i) the dimensions of the specimens;

j) for the technological test – the percentage change in performance as a result of subjecting the specimens to freeze/thaw cycles and the number of cycles performed;

or for the identification test – the maximum number of cycles given by the client, and the number of cycles before deterioration occurred.

k) a statement on measurement uncertainty (where appropriate);

l) all deviations from the standard and their justification;

m) remarks.

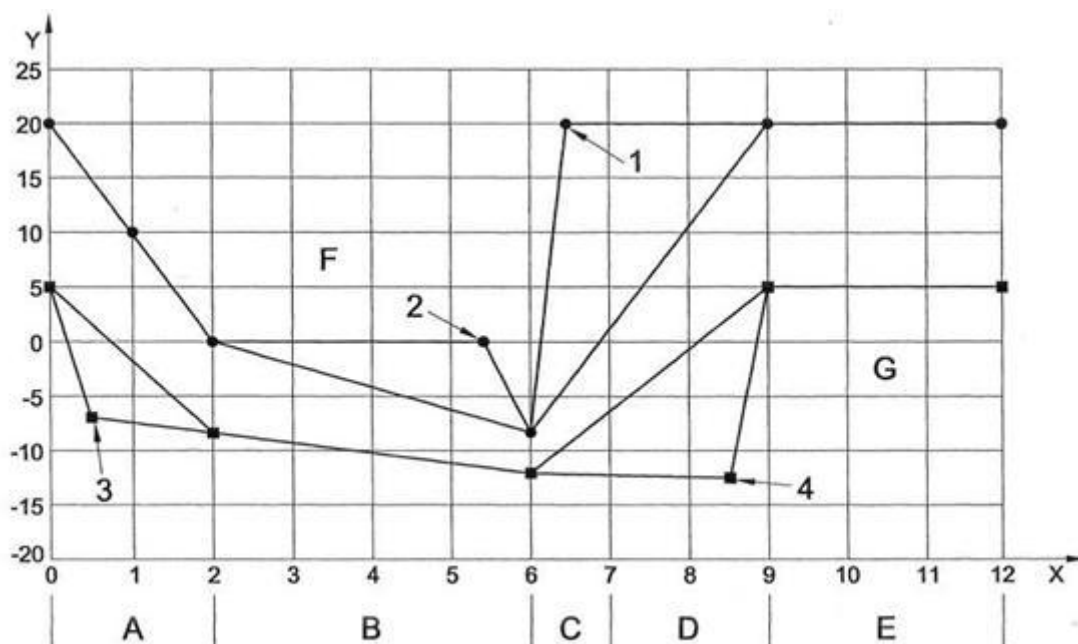
The test report shall contain the signature(s) and role(s) of the person(s) responsible for the testing and the date of issue of the report. It shall also state that the report shall not be partially reproduced without the written consent of the test laboratory.

## Додаток А (довідковий)

Для певних типів експлуатації може бути доцільним використання інших циклів випробування, наприклад, заморожування у воді, заморожування до більш низької температури або випробування зразків, занурених у непористі кремнієві гранули. У цих випадках можна дотримуватися національних стандартів, але ці відмінності повинні бути чітко зазначені у звіті про випробування.

## Annex A (informative)

For some specific uses it may be appropriate to use different test cycles, for example freezing in water, freezing to a lower temperature, or testing specimens embedded in non-porous siliceous granules. In these cases national standards may be followed, provided these variations are clearly stated in the test report.



### Позначення

- 1  $T = 6,5$  год.; Температура =  $+20$  °C
- 2  $T = 5,5$  год.; Температура =  $0$  °C
- 3  $T = 0,5$  год.; Температура =  $-7$  °C
- 4  $T = 8,5$  год.; Температура =  $-12$  °C
- A Етап 1
- B Етап 2
- C Етап 3
- D Етап 4
- E Етап 5
- F Зона високої пористості
- G Зона низької пористості

### Key

- 1  $T = 6,5$  h; Temp. =  $+20$  °C
- 2  $T = 5,5$  h; Temp. =  $0$  °C
- 3  $T = 0,5$  h; Temp. =  $-7$  °C
- 4  $T = 8,5$  h; Temp. =  $-12$  °C
- A Stage 1
- B Stage 2
- C Stage 3
- D Stage 4
- E Stage 5
- F High porosity stone
- G Low porosity stone

Рисунок А.1 – Діапазон допустимої температури в центрі зразка, що контролюється, під час циклу заморожування–розморожування  
Figure A.1 – Zone of permitted temperatures at the centre of the monitored specimen during a freezing and thawing cycle



## Додаток НА (довідковий)

### Альтернативний режим випробування зразка на морозостійкість

НА.1 Доповнення зроблено відповідно до кліматичних умов України. Національний стандарт передбачає випробування продукції на морозостійкість при температурі повітря у морозильній камері мінус  $(18\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

НА.2 Зіставлення міжнародного та національного стандартів наведено в таблиці НА.1

Таблиця НА.1

Пункт (підпункт)	Модифікації
7.2 Температура в центрі зразка, що контролюється	Замінити: «Температура в центрі зразка, що контролюється» на «Температура повітря у морозильній камері вимірюється у центрі її об'єму у безпосередній близькості від зразка, що контролюється»
7.2 (етап 2) $\leq -8^{\circ}\text{C} \geq -12^{\circ}\text{C}$	Замінити: « $\leq -8^{\circ}\text{C} \geq -12^{\circ}\text{C}$ » на «Початком заморожування вважають момент устанавлення у камері температури мінус $16^{\circ}\text{C}$ . Температура повітря у камері під час випробування мінус $(18\pm 2)^{\circ}\text{C}$ »

*Пояснення:*

Визначення морозостійкості природного каменю повинно проводитися відповідно до кліматичних умов України. Національний стандарт передбачає випробування продукції на морозостійкість при температурі мінус  $(18\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

Для випробування продукції, призначеної для експорту в зоні дії EN 12371, вимоги згідно 7.2 і 7.2 (етап 2) залишаються без змін.

Код УКНД 19.020; 91.100.15

**Ключові слова:** природний камінь, методи випробування, морозостійкість, динамічний модуль пружності, маса зразка.