



ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

## КЕРАМІКА

Метод визначення границі міцності  
під час згинання

ДСТУ 3716–98

*Видання офіційне*

БЗ № 4–98/43



Київ  
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
1998



ДСТУ 3716-98

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

# КЕРАМІКА

Метод визначення границі міцності  
під час згинання

*Видання офіційне*

Київ  
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ  
1998

## ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО І ВНЕСЕНО Інститутом проблем міцності Національної Академії Наук України, (ТК 68)

2 ЗАТВЕРДЖЕНО І ВВЕДЕНО В ДІЮ наказом Держстандарту України від 23 березня 1998 р. № 202

3 Цей стандарт відповідає стандарту EN 843—1:1995 «Високоєфективна кераміка — компактна кераміка. Механічні властивості за кімнатної температури. Частина 1. Визначення міцності під час згинання» в частині розмірів та форми зразка для випробування і схем його навантажування

4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ

5 РОЗРОБНИКИ: **Г. А. Гогоці, В. П. Завада, Д. Ю. Островой**

**ЗМІСТ**

	С.
1 Галузь використання .....	1
2 Нормативні посилання .....	1
3 Визначення .....	1
4 Засоби випробування і допоміжні пристрої .....	2
5 Порядок підготовки до проведення випробування .....	5
6 Порядок проведення випробування .....	6
7 Опрацювання результатів випробувань .....	7
8 Оформлення результатів випробувань .....	8

**ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**КЕРАМІКА**

**Метод визначення границі міцності під час згинання**

**КЕРАМИКА**

**Метод определения предела прочности при изгибе**

**CERAMICS**

**Method of determination of flexural strength**

---

Чинний від 1999—01—01

**1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ**

Цей стандарт поширюється на керамічні матеріали, призначені для виготовлення елементів технічних та інших виробів промислового та побутового використання, і встановлює метод визначення границі міцності під час згинання за температури  $(20 \pm 10)$  °С, атмосферного тиску  $(101,3 \pm 10,0)$  кПа та відносної вологості  $(60 \pm 20)$  %.

Цей стандарт не поширюється на керамічні електротехнічні матеріали, призначені для виготовлення ізоляторів, що працюють за умов постійної і змінної напруги частотою до 100 Гц.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті є посилання на такі стандарти:

ГОСТ 2789—73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 6507—90 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 8074—82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования

ГОСТ 28840—90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

**3 ВИЗНАЧЕННЯ**

У цьому стандарті використовують такі терміни та визначення:

Границя міцності під час згинання — напруження в матеріалі зразка, яке відповідає найбільшому навантаженню, яке досягається в момент розділення на частини (руйнування) зразка під час згинання.

Чотириточкове (чисте) згинання — одночасне навантаження зразка, який вільно лежить на двох опорах, розташованих на зазначеній відстані одна від одної, двома однаковими силами, що діють на зразок усередині проміжку між опорами і на однакових від опор відстанях (у цьому стандарті становлять 1/4 відстані між опорами).

Триточкове (зосередженою силою) згинання — навантаження зразка, який вільно лежить на двох опорах, розташованих на зазначеній відстані одна від одної, силою, що діє на зразок посередині між опорами.

## 4 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАННЯ І ДОПОМІЖНІ ПРИСТРОЇ

### 4.1 Машина для випробування

4.1.1 Метод полягає у навантаженні до розділення на частини (руйнування) зразка, який вільно лежить на двох опорах, двома однаковими силами, що діють на зразок усередині проміжку між опорами і на однакових відстанях від опор кожна, або однією силою, що діє на зразок посередині між опорами, та визначенні величини сили, яка спричинює розділення на частини (руйнування) зразка.

4.1.2 Машина для випробування — за ГОСТ 28840.

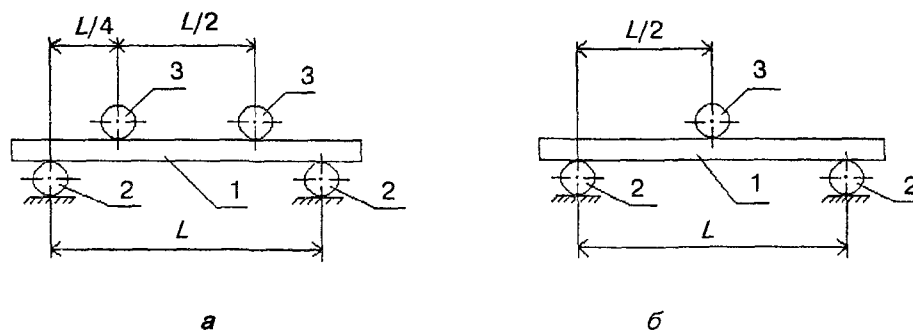
Допускається використовувати інші машини, що реалізують статичний режим навантаження і забезпечують вимірювання величини сили, яка прикладається до зразка, з границями допустимого значення похибки вимірювання за умов прямого ходу (навантаження) від мінус 1 % до 1 % від величини вимірюваної сили, та підтримують рівномірне переміщення активного захоплювача зі швидкістю не менше 0,05 мм/хв з границями допустимого значення похибки від мінус 5 % до 5 % від встановленої величини швидкості.

### 4.2 Вузол навантаження

4.2.1 Вузол навантаження повинен мати паралельні опори у вигляді циліндричних валиків (рисунки 1 і 2), відстань між якими наведена в таблиці 1.

4.2.2 Під час чотириточкового згинання для передавання сили на зразок вузол навантаження повинен мати два паралельні навантажувальні циліндричні ролики, відстань між якими наведена в таблиці 1. Навантажувальні ролики розміщують паралельно щодо опор так, як показано на рисунках 1, а і 2, а.

4.2.3 Під час триточкового згинання для передавання сили на зразок вузол навантаження повинен мати один навантажувальний циліндричний ролик, який розміщується паралельно до опор так, як показано на рисунку 1, б і 2, б.



1 — зразок, 2 — опорний ролик (опора), 3 — навантажувальний ролик,  
L — відстань між опорами

Рисунок 1 — Схеми чотириточкового (а) і триточкового (б) згинання зразка

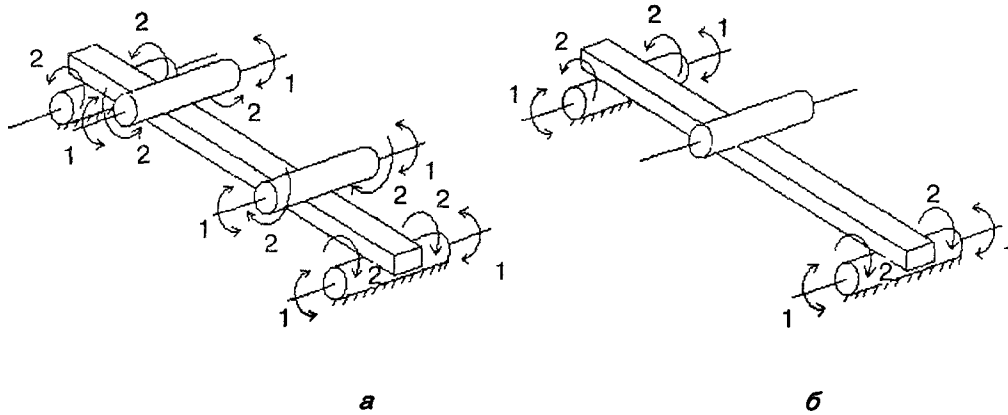


Рисунок 2 — Направления наклона (1) и раскатывания (2) роликов в узле нагружения для четырехточечного (а) и трехточечного (б) изгиба

Таблица 1 — Параметры схемы нагружения образца

В миллиметрах

Вариант размеров схемы нагружения	Расстояние между опорными роликами, $L$	Расстояние между нагружающими роликами, $L/2$
А	20,0	10,0
Б	40,0	20,0
В	80,0	40,0

4.2.3 В условиях трехточечного изгиба для передачи силы на образец узел нагружения должен содержать один нагружающий цилиндрический ролик, который располагается параллельно опорам так, как показано на рисунках 1, б и 2, б.

4.2.4 Опорные и нагружающие ролики должны быть изготовлены из стали, закаленной до твердости не менее 40 HRC и имеющей предел текучести не менее 1400 МПа.

Допускается изготавливать ролики из керамики, имеющей модуль упругости не менее 200 ГПа и предел прочности на изгиб не менее 500 МПа.

4.2.4.1 Диаметры роликов приведены в таблице 2. Предельные отклонения диаметра роликов должны быть от минус 0,015 до 0,015 мм.

Таблица 2 — Диаметр нагружающего и опорного роликов

В миллиметрах

Вариант размеров схемы нагружение	Диаметр ролика
А	2,5
Б	4,5—5,0
В	9,0

4.2.4.2 Длина роликов должна быть не менее чем в три раза больше ширины образца (5.1.1).

4.2.4.3 Шероховатость поверхности ( $Ra$ ) роликов по ГОСТ 2789 должна быть не более 0,40 мкм или не более 0,63 мкм при их изготовлении соответственно из стали или керамики.

4.2.5 Детали узла нагружения, которые взаимодействуют с роликами, должны быть изготовлены из стали, закаленной до твердости по 4.2.4 для предотвращения их пластической деформации и изнашивания при нагружении. Шероховатость поверхности этих деталей узла нагружения должна быть по 4.2.4.3.

4.2.6 Предельные отклонения расстояний между опорными и между нагружающими роликами в узле нагружения (см. таблицу 1) должны быть от минус 0,1 до 0,1 мм. Отклонение от параллельности опорных и нагружающих роликов в узле нагружения должно быть не более 0,02 мм в пределах длины роликов.

4.2.7 В узле нагружения ролики свободно вращаются относительно своей оси или свободно раскатываются по деталям узла нагружения, с которыми они взаимодействуют.

В узле нагружения для четырехточечного изгиба нагружающие ролики раскатываются вовнутрь, а опорные ролики — наружу (рисунок 2, а). В узле нагружения для трехточечного изгиба опорные ролики раскатываются наружу, а нагружающий ролик устанавливают неподвижно в горизонтальном положении (рисунок 2, б).

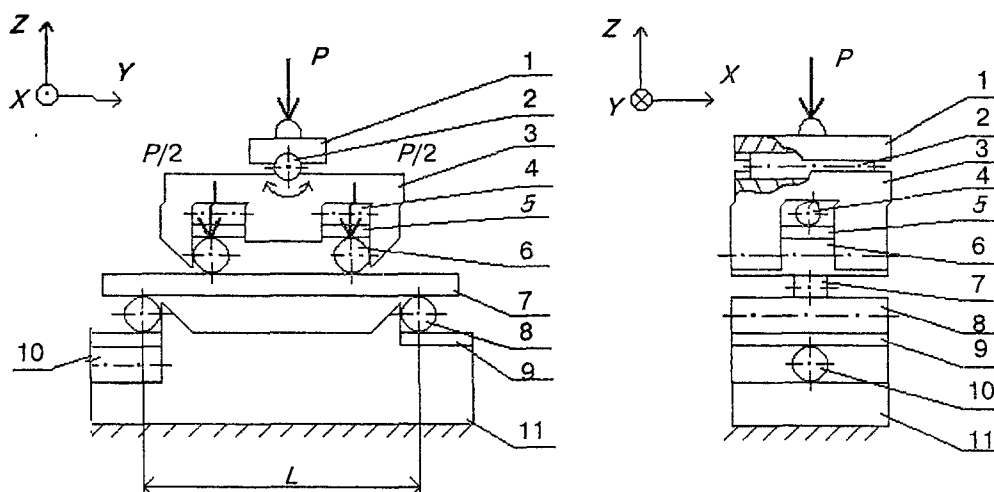
4.2.8 В узле нагружения для четырехточечного изгиба два нагружающих и один опорный ролики, дополнительно к требованиям по 4.2.7, наклоняются в обе стороны от первоначального горизонтального положения вдоль их продольной оси (рисунки 2, а и 3). Второй опорный ролик сохраняет горизонтальное положение.

В узле нагружения для трехточечного изгиба дополнительно отклоняются от первоначального горизонтального положения оба опорных ролика (рисунок 2б). Нагружающий ролик устанавливают согласно 4.2.7.

Предельные значения угла наклона роликов должны быть от минус 5 до 5°.

4.2.9 В узле нагружения для четырехточечного изгиба прикладываемая сила делится пополам между нагружающими роликами и затем одновременно передается с их помощью к образцу.

Для обеспечения этого требования приложение силы к детали узла нагружения, где установлены нагружающие ролики, осуществляется через цилиндрический шарнир (рисунок 3).



- 1 — деталь шарнира; 2 — цилиндрический шарнир; 3 — верхняя призма; 4 — верхний шарнирный ролик, позволяющий наклон нагружающего ролика вдоль оси X; 5 — верхняя опорная пластина, по которой раскатывается нагружающий ролик; 6 — нагружающий ролик; 7 — образец; 8 — опорный ролик (опора); 9 — нижняя опорная пластина, по которой раскатывается опорный ролик; 10 — нижний шарнирный ролик, позволяющий наклон опорного ролика вдоль оси X; 11 — нижняя призма

Рисунок 3 — Эскиз возможного варианта узла нагружения для четырехточечного изгиба



**Примітка.** Рисунок 3 наведений для зазначення можливих основних частин вузла навантаження для чотиригочкового згинання і не визначає його конструкції.

#### 4.3 Додаткове обладнання та інструменти

Для підготовки та проведення випробування використовують додаткове обладнання та інструменти:

— мікрометр за ГОСТ 6507 типу МК, який дозволяє здійснювати вимірювання зовнішніх розмірів з границями допустимої похибки від мінус 0,002 до 0,002 мм у діапазоні вимірювань від 0 до 50 мм;

— мікроскоп інструментальний за ГОСТ 8074, який дозволяє здійснювати вимірювання лінійних розмірів з границями допустимої основної похибки від мінус 0,006 до 0,006 мм у діапазоні вимірювань від 0 до 100 мм і плоских кутів з границями допустимої основної похибки від мінус 3 до 3' у діапазоні вимірювань від 0 до 360°.

Допускається застосування інших вимірювальних засобів, що відповідають зазначеним вище вимогам похибки засобів вимірювання.

## 5 ПОРЯДОК ПІДГОТОВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ

### 5.1 Зразок для випробування

5.1.1 Зразок для випробування повинен мати форму балки прямокутного перерізу з розмірами, зазначеними у таблиці 3.

Граничні відхилення розмірів зразка повинні бути від мінус 0,05 до 0,05 мм для варіанта розмірів зразка А та від мінус 0,10 до 0,10 мм для варіантів розмірів зразків Б і В.

Відхилення від паралельності вздовж і впоперек поздовжніх протилежних граней зразка повинно бути не більш як 0,02 мм для варіантів розмірів зразків А і Б та не більш як 0,040 мм для варіанта розмірів зразка В в межах всієї довжини зразка.

**Таблиця 3** — Розміри зразка для випробування

У міліметрах

Варіант розмірів зразка	Ширина, $b$	Товщина, $h$	Довжина, $l$ , не менше
А	2,0	1,5	25,0
Б	4,0	3,0	45,0
В	8,0	6,0	90,0

### 5.2 Відбір зразка для випробування

Відбір зразка для випробування здійснюють згідно з діючою нормативною документацією на матеріал (виріб).

Товщина зразка для випробування повинна бути не менш як 50-кратне середнє арифметичне діаметра частинок порошку, з якого виготовлений матеріал зразка.

### 5.3 Виготовлення зразка для випробування

5.3.1 Зразок для випробування отримують або безпосередньо за технологією виготовлення матеріалу (виробу), або вирізують із готового виробу чи із заготовки, отриманої за технологією виготовлення матеріалу (виробу), якщо виріб має недостатні розміри чи складну форму для виконання вимог за 5.1.1.

Допускається як зразок для випробування використовувати готовий виріб, якщо він задовольняє вимоги щодо розмірів, форми та умов виготовлення зразка для випробування, встановлені у цьому стандарті.

5.3.2 Поверхня зразка для випробування повинна бути оброблена таким чином, щоб по можливості звести до мінімуму вплив нагрівання.

5.3.3 Чистове оброблення поверхні зразка повинне проводитись шліфуванням його чотирьох поздовжніх граней.

5.3.3.1 Поздовжні ребра зразка з варіантами розмірів А, Б і В повинні мати фаски розміром  $(0,12 \pm 0,02)$  мм під кутом  $(45 \pm 5)^\circ$ .

5.3.3.2 Під час оброблення поверхні зразка та зняття фасок шліфування необхідно проводити вздовж його поздовжньої осі.

5.3.3.3 Товщина шару матеріалу зразка, що знімається шляхом шліфування з кожної його поздовжньої грані, повинна бути не менш як 0,1 мм.

5.3.3.4 Шорсткість поверхні ( $Ra$ ) граней і ребер зразка за ГОСТ 2789 після шліфування повинна бути не більш як 0,63 мкм.

5.3.4 Товщину і ширину зразка згідно з 5.1 вимірюють у середній його частині за допомогою мікрометра за ГОСТ 6507 з похибкою не більш як 0,01 мм. Розміри фасок на зразку згідно з 5.3.3.1 контролюють їх вимірюванням на інструментальному мікроскопі за ГОСТ 8074 з похибкою не більш як  $10'$ . Допускається застосування інших засобів вимірювання, які не поступаються за метрологічними характеристиками.

#### 5.4 Підготовка зразка до випробування

5.4.1 Перед випробуванням зразок необхідно очистити від забруднень та піддати візуальному огляду без використання збільшувальних засобів.

5.4.2 Зразок з тріщинами і поверхневими структурними дефектами, які не пов'язані з особливостями технології виготовлення матеріалу і з механічними пошкодженнями, вираковують.

5.4.3 На двох протилежних вузьких поздовжніх гранях зразка, перпендикулярно до його поздовжньої осі рекомендується наносити симетрично відносно центра зразка тонкі прямі лінії, які відповідають відстаням між навантажувальними та між опорними роликками. Лінії наносять м'яким матеріалом, щоб не пошкодити поверхню зразка.

Ця розмітка зразка використовується для оцінки правильності його випробування (6.1.2, 6.2.4).

## 6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ

### 6.1 Установлення зразка

6.1.1 Зразок з варіантами розмірів А, Б і В слід випробувати за схемами триточкового або чотириточкового згинання згідно з варіантами розмірів А, Б і В.

Основною схемою навантаження зразка з варіантами розмірів А, Б і В повинна бути схема чотириточкового згинання.

6.1.1.1 Допускається здійснювати випробування зразка з варіантом розмірів Б за схемою чотириточкового згинання з відстанями між опорними і між навантажувальними роликками відповідно  $(30,0 \pm 0,1)$  мм та  $(10,0 \pm 0,1)$  мм і за схемою триточкового згинання — з відстанню між опорними роликками  $(30,0 \pm 0,1)$  мм, про що повинно бути зазначено у нормативній документації на матеріал (виріб). При цьому довжина зазначеного зразка встановлюється не менш як 35 мм.

6.1.2 Зразок обраного варіанта розмірів установлюють на опорні ролики вузла навантаження однією з його широких поздовжніх граней і центрують за розмічувальними лініями згідно з 5.4.3 таким чином, щоб його поздовжня вісь була перпендикулярна до поздовжніх осей циліндричних навантажувальних і опорних роликів.

### 6.2 Умови випробування

6.2.1 Навантаження зразка до його розділення на частини (руйнування) здійснюють безперервно переміщенням з заданою швидкістю активного захоплювача машини для випробування.

6.2.2 Швидкість переміщення активного захоплювача машини для випробування повинна бути 0,25; 0,5 і 1,0 мм/хв згідно з варіантами розмірів зразків А, Б і В за умови, що час від початку навантаження зразка до його розділення на частини знаходиться в межах від 3 до 30 с.

Якщо час до розділення на частини зразка виходить за межі, встановлені вище, то швидкість переміщення активного захоплювача машини для випробування змінюють таким чином, щоб цей час знаходився в межах від 3 до 30 с.

6.2.3 Під час випробування визначають величину сили, що діє на зразок, у момент його розділення на частини з похибкою за 4.1.2.

6.2.4 Випробування зразка вважають недійсним у таких випадках:

— хоча б одна лінія злому (розділення на частини) зразка у випадку його навантаження за схемою чотириточкового згинання розміщена за межами відстані між навантажувальними роликками, яка визначається за розмічувальними лініями згідно з 5.4.3;

— лінія злому зразка у випадку його навантаження за схемою триточкового згинання знаходиться від лінії контакту навантажувального ролика із зразком на відстані більш ніж 5 мм;

— зразок зруйнувався внаслідок дефектів виробничого типу, які не пов'язані з особливостями технології виготовлення матеріалу (виробу).

## 7 ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ

7.1 Границю міцності,  $\sigma_{згн}$ , у МПа, зразка під час чотириточкового згинання слід обчислювати за формулою

$$\sigma_{згн} = \frac{3 \cdot P_M \cdot a}{b \cdot h^2} \quad (1)$$

де  $P_M$  — величина сили у момент розділення зразка на частини, Н;

$a$  — консольна частина зразка ( $a = L/4$ ), мм;

$b$  — ширина зразка, мм;

$h$  — товщина зразка у напрямку, паралельному до напрямку прикладання сили до зразка, мм.

**Примітка.**  $a = L/3$  у випадку використання схеми навантаження зразка з варіантом розмірів Б за 6.1.1.1.

7.2 Границю міцності,  $\sigma_{згн}$ , у МПа, зразка під час триточкового згинання слід обчислювати за формулою

$$\sigma_{згн} = \frac{3 \cdot P_M \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (2)$$

7.3 Границю міцності зразка обчислюють за формулами (1) і (2) з точністю до третьої значущої цифри.

7.4 За результат випробування слід приймати середнє арифметичне значення результатів визначень границі міцності не менш як 5 зразків одного й того самого варіанта розмірів, якщо більша кількість зразків не зазначена у нормативній документації на матеріал (виріб). Результати обчислень округлюють до 0,1 МПа.

7.5 Інші вимоги щодо опрацювання результатів випробувань повинні бути зазначені в нормативній документації на конкретний матеріал (виріб).

7.6 За умови дотримання вимог цього стандарту похибка визначення границі міцності окремого зразка не перевищує 3 %.

## **8 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ**

- Результати випробувань повинні бути занесені до протоколу, в якому слід зазначити:
- найменування матеріалу (виробу) та (або) його марку;
  - підприємство-виробник матеріалу (виробу);
  - дату та спосіб виготовлення зразків;
  - варіанти розмірів зразків та схеми навантаження;
  - кількість випробуваних зразків;
  - перелік засобів випробувань та допоміжних пристроїв;
  - умови випробувань (відносна вологість, температуру, швидкість переміщення активного захоплювача машини для випробувань, час до руйнування (розділення на частини) зразка тощо;
    - результати визначень границі міцності окремих зразків;
    - середнє арифметичне значення результатів визначень границі міцності окремих зразків (результат випробувань);
  - місце та дату проведення випробувань;
  - прізвище, ініціали та підпис особи, яка проводила випробування.

УДК 666.1

81.040

И19

**Ключові слова:** кераміка, границя міцності, згинання, метод, напруження

---



ДСТУ 3716–98

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

---

# КЕРАМИКА

Метод определения предела прочности  
при изгибе

*Издание официальное*

Киев  
ГОССТАНДАРТ УКРАИНЫ  
1998

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Институтом проблем прочности Национальной Академии Наук Украины (ТК 68)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Госстандарта Украины от 23 марта 1998 г. № 202

3 Настоящий стандарт соответствует стандарту EN 843—1:1995 «Высокоэффективная керамика — компактная керамика. Механические свойства при комнатной температуре. Часть 1. Определение прочности при изгибе» в части размеров и формы образца для испытания и схем его нагружения

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 РАЗРАБОТЧИКИ: **Г. А. Гогоци, В. П. Завада, Д. Ю. Островой**

---

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Украины

**СОДЕРЖАНИЕ**

С.

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Определения .....	1
4 Средства испытания и вспомогательные устройства .....	2
5 Порядок подготовки к проведению испытания .....	5
6 Порядок проведения испытания .....	6
7 Обработка результатов испытаний .....	7
8 Оформление результатов испытаний .....	8



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

---

КЕРАМИКА

Метод определения предела прочности при изгибе

КЕРАМІКА

Метод визначення границі міцності під час згинання

CERAMICS

Method of determination of flexural strength

---

Дата введения 1999—01—01

**1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий стандарт распространяется на керамические материалы, предназначенные для изготовления элементов технических и других изделий промышленного и бытового использования, и устанавливает метод определения предела прочности при изгибе при температуре  $(20 \pm 10)$  °С, атмосферном давлении  $(101,3 \pm 10,0)$  кПа и относительной влажности  $(60 \pm 20)$  %.

Настоящий стандарт не распространяется на керамические электротехнические материалы, предназначенные для изготовления изоляторов, работающих при постоянном или переменном напряжении частотой до 100 Гц.

**2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2789—73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 6507—90 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 8074—82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования

ГОСТ 28840—90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

**3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящем стандарте применяют следующие термины и определения:

Предел прочности при изгибе — напряжение в материале образца, соответствующее наибольшей нагрузке, достигнутой в момент разделения на части (разрушения) образца при изгибе.

Четырехточечный (чистый) изгиб — одновременное нагружение образца, свободно лежащего на двух опорах, расположенных на указанном расстоянии друг от друга, двумя равными силами, действующими на образец внутри промежутка между опорами и на равных от опор расстояниях (составляющих в настоящем стандарте  $1/4$  расстояния между опорами).

Трехточечный (сосредоточенной силой) изгиб — нагружение образца, свободно лежащего на двух опорах, расположенных на указанном расстоянии друг от друга, силой, действующей на образец посередине между опорами.

## 4 СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

### 4.1 Машина для испытания

4.1.1 Метод заключается в нагружении до разделения на части (разрушения) образца, свободно лежащего на двух опорах, двумя равными силами, действующими на образец внутри промежутка между опорами и на равных расстояниях от опор каждая, или одной силой, действующей на образец посередине между опорами, и определении величины силы, вызывающей разделение на части (разрушение) образца.

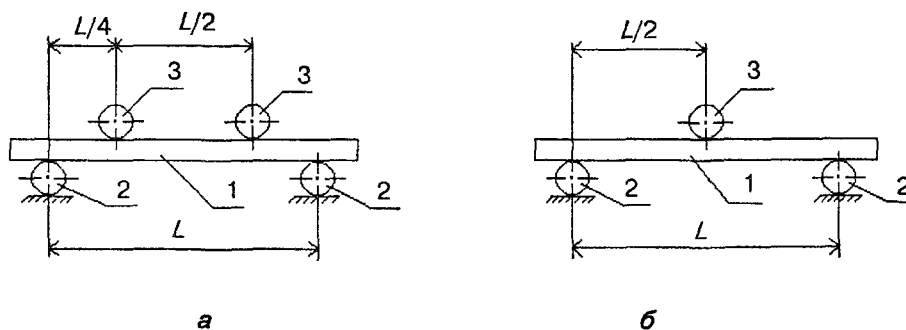
### 4.1.2 Машина для испытания — по ГОСТ 28840.

Допускается использовать другие машины, реализующие статический режим нагружения, обеспечивающие измерение величины силы, прикладываемой к образцу, с пределами допускаемого значения погрешности измерения при прямом ходе (нагружении) от минус 1 % до 1 % от величины измеряемой силы, и поддерживающие равномерное перемещение активного захвата со скоростью не менее 0,05 мм/мин с пределами допускаемого значения погрешности от минус 5 % до 5 % от установленной величины скорости.

### 4.2 Узел нагружения

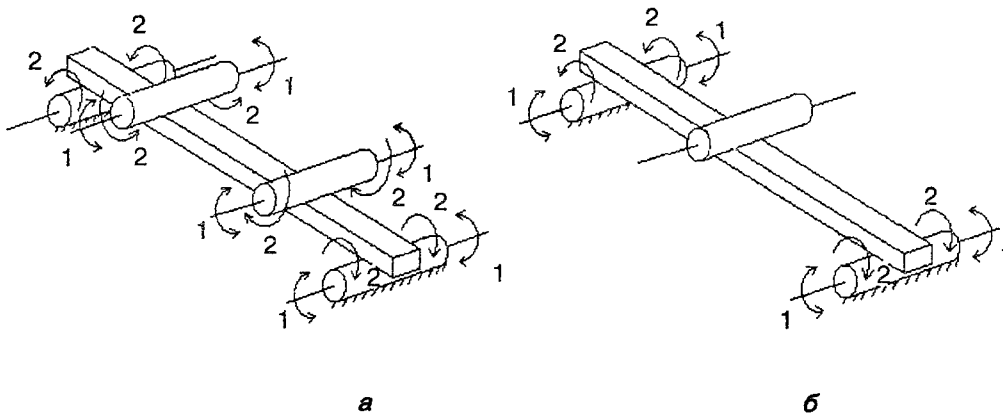
4.2.1 Узел нагружения должен иметь параллельные опоры в виде цилиндрических роликов (рисунки 1 и 2), расстояние между которыми указано в таблице 1.

4.2.2 В условиях четырехточечного изгиба для передачи силы на образец узел нагружения должен содержать два параллельных нагружающих цилиндрических ролика, расстояние между которыми указано в таблице 1. Нагружающие ролики располагают параллельно относительно опор так, как показано на рисунках 1, а и 2, а.



1 — образец, 2 — опорный ролик (опора), 3 — нагружающий ролик,  
L — расстояние между опорами

Рисунок 1 — Схемы четырехточечного (а) и трехточечного (б) изгиба образца



**Рисунок 2** — Напрямки нахилу (1) і прокоочування (2) роликів у вузлі навантаження для чотириточкового (а) і триточкового (б) згинання

**Таблиця 1** — Параметри схеми навантаження зразка

У міліметрах

Варіант розмірів схеми навантаження	Відстань між опорними роликами, $L$	Відстань між навантажувальними роликами, $L/2$
А	20,0	10,0
Б	40,0	20,0
В	80,0	40,0

4.2.4 Опорні та навантажувальні ролики повинні бути виготовлені із сталі, що загартована до твердості не менш як 40 HRC або має границю текучості не менш як 1400 МПа.

Допускається виготовляти ролики з кераміки, яка має модуль пружності не менш як 200 ГПа та границю міцності під час згинання не менш як 500 МПа.

4.2.4.1 Діаметри роликів наведені в таблиці 2. Граничні відхилення діаметра роликів повинні бути від мінус 0,015 до 0,015 мм.

**Таблиця 2** — Діаметр навантажувального та опорного роликів

У міліметрах

Варіант розмірів схеми навантаження	Діаметр ролика
А	2,5
Б	4,5—5,0
В	9,0

4.2.4.2 Довжина роликів повинна бути не менш як у три рази більшою за ширину зразка (5.1.1).

4.2.4.3 Шорсткість поверхні ( $Ra$ ) роликів за ГОСТ 2789 повинна бути не більш як 0,40 мкм або не більш як 0,63 мкм в разі їх виготовлення відповідно із сталі чи кераміки.

4.2.5 Деталі вузла навантаження, які взаємодіють з роликами, повинні бути виготовлені із сталі, загартованої до твердості за 4.2.4 для запобігання їхній пластичній деформації та зношуванню під час навантаження. Шорсткість поверхні цих деталей вузла навантаження повинна бути за 4.2.4.3.

4.2.6 Граничні відхилення відстаней між опорними та між навантажувальними роликами у вузлі навантаження (див. таблицю 1) повинні бути від мінус 0,1 до 0,1 мм. Відхилення від паралельності опорних і навантажувальних роликів у вузлі навантаження повинно бути не більш як 0,02 мм в межах довжини роликів.

4.2.7 У вузлі навантаження ролики вільно обертаються навколо своєї осі або вільно прокочуються по деталях вузла навантаження, з якими вони взаємодіють.

У вузлі навантаження для чотириточкового згинання навантажувальні ролики прокочуються всередину, а опорні ролики — назовні (рисунок 2, а). У вузлі навантаження для триточкового згинання опорні ролики прокочуються назовні, а навантажувальний ролик встановлюють нерухомо у горизонтальному положенні (рисунок 2, б).

4.2.8 У вузлі навантаження для чотириточкового згинання два навантажувальні і один опорний ролики, додатково до вимог за 4.2.7, нахилиються в обидві сторони від свого початкового горизонтального положення вздовж їх поздовжньої осі (рисунок 2, а і 3). Другий опорний ролик зберігає горизонтальне положення.

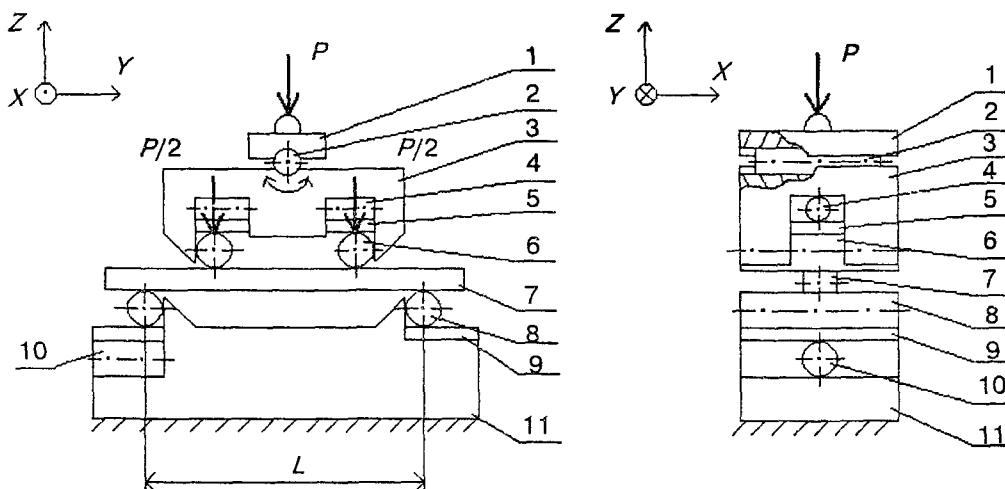
У вузлі навантаження для триточкового згинання додатково відхиляються від початкового горизонтального положення обидва опорні ролики (рисунок 2, б). Навантажувальний ролик встановлюють згідно з 4.2.7.

Граничні відхилення кута нахилу роликів повинні бути від мінус 5 до 5°.

4.2.9 У вузлі навантаження для чотириточкового згинання сила, що прикладається, розподіляється пополам між навантажувальними роликами і потім одночасно передається за їх допомогою до зразка.

Для забезпечення цієї вимоги прикладення сили до деталі вузла навантаження, де встановлені навантажувальні ролики, здійснюється через циліндричний шарнір (рисунок 3). Шарнір встановлюють у вузлі навантаження паралельно до навантажувальних роликів, посередині між ними.

Допускається використання сферичного шарніра, який встановлюють у вузлі навантаження аналогічним чином.



- 1 — деталь шарніра; 2 — циліндричний шарнір; 3 — верхня призма; 4 — верхній шарнірний ролик, який дозволяє нахил навантажувального ролика уздовж осі X; 5 — верхня опорна пластина, уздовж якої прокочується навантажувальний ролик; 6 — навантажувальний ролик; 7 — зразок; 8 — опорний ролик (опора); 9 — нижня опорна пластина, уздовж якої прокочується опорний ролик; 10 — нижній шарнірний ролик, який дозволяє нахил опорного ролика уздовж осі X; 11 — нижня призма

Рисунок 3 — Ескіз можливого варіанта вузла навантаження для чотириточкового згинання

Шарнир устанавливают в узле нагружения параллельно нагружающим роликам, посередине между ними.

Допускается использование сферического шарнира, который устанавливают в узле нагружения аналогичным образом.

**Примечание.** Рисунок 3 приведен для указания возможных основных частей узла нагружения для четырехточечного изгиба и не определяет его конструкции.

#### 4.3 Дополнительное оборудование и инструменты

Для подготовки и проведения испытания используют дополнительное оборудование и инструменты:

— микрометр по ГОСТ 6507 типа МК, позволяющий осуществлять измерения наружных размеров с пределами допускаемой погрешности от минус 0,002 до 0,002 мм в диапазоне измерений от 0 до 50 мм;

— микроскоп инструментальный по ГОСТ 8074, позволяющий осуществлять измерения линейных размеров с пределами допускаемой основной погрешности от минус 0,006 до 0,006 мм в диапазоне измерений от 0 до 100 мм и плоских углов с пределами допускаемой основной погрешности от минус 3 до 3' в диапазоне измерений от 0 до 360°.

Допускается применение других измерительных средств, отвечающих указанным выше требованиям погрешности средств измерений.

## 5 ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЯ

### 5.1 Образец для испытания

5.1.1 Образец для испытания должен иметь форму балки прямоугольного сечения с размерами, указанными в таблице 3.

Предельные отклонения размеров образца должны быть от минус 0,05 до 0,05 мм для варианта размеров образца А и от минус 0,10 до 0,10 мм для вариантов размеров образцов Б и В.

Отклонение от параллельности вдоль и поперек продольных противоположных граней образца должно быть не более 0,02 мм для вариантов размеров образцов А и Б и не более 0,040 мм для варианта размеров образца В в пределах всей длины образца.

**Таблица 3** — Размеры образца для испытания

Вариант размеров образца	Ширина, $b$	Толщина, $h$	В миллиметрах
			Длина, $l$ , не менее
А	2,0	1,5	25,0
Б	4,0	3,0	45,0
В	8,0	6,0	90,0

### 5.2 Отбор образца для испытания

Отбор образца для испытания проводят согласно действующей нормативной документации на материал (изделие).

Толщина образца для испытания должна быть не менее 50-кратного среднего арифметического диаметра частиц порошка, из которого изготовлен материал образца.

### 5.3 Изготовление образца для испытания

5.3.1 Образец для испытания получают или непосредственно по технологии изготовления материала (изделия), или вырезают из готового изделия или из заготовки, полученной по технологии изготовления материала (изделия), если изделие имеет недостаточные размеры или сложную форму для выполнения требований по 5.1.1.

Допускается в качестве образца для испытания использовать готовое изделие, если оно удовлетворяет требованиям к размерам, форме и условиям изготовления образца для испытания, установленным в настоящем стандарте.

5.3.2 Поверхность образца для испытания должна быть обработана таким образом, чтобы по возможности свести к минимуму влияние нагрева.

5.3.3 Чистовая обработка поверхности образца должна проводиться шлифованием его четырех продольных граней.

5.3.3.1 Продольные ребра образца с вариантами размеров А, Б и В должны иметь фаски размером  $(0,12 \pm 0,02)$  мм под углом  $(45 \pm 5)^\circ$ .

5.3.3.2 При обработке поверхности образца и снятии фасок шлифование необходимо проводить вдоль его продольной оси.

5.3.3.3 Толщина слоя материала образца, снимаемого путем шлифования с каждой его продольной грани, должна быть не менее 0,1 мм.

5.3.3.4 Шероховатость поверхности ( $Ra$ ) граней и ребер образца по ГОСТ 2789 после шлифования должна быть не более 0,63 мкм.

5.3.4 Толщину и ширину образца согласно 5.1 измеряют в средней его части с помощью микрометра по ГОСТ 6507 с погрешностью не более 0,01 мм. Размеры фасок на образце согласно 5.3.3.1 контролируют их измерением на инструментальном микроскопе по ГОСТ 8074 с погрешностью не более  $10'$ . Допускается применение других средств измерения, не уступающих по метрологическим характеристикам.

#### 5.4 Подготовка образца к испытанию

5.4.1 Перед испытанием образец необходимо очистить от загрязнений и подвергнуть визуальному осмотру без применения увеличительных средств.

5.4.2 Образец с трещинами и поверхностными структурными дефектами, которые не связаны с особенностями технологии изготовления материала и с механическими повреждениями, выбраковывают.

5.4.3 На двух противоположных узких продольных гранях образца, перпендикулярно его продольной оси рекомендуется наносить симметрично относительно центра образца тонкие прямые линии, которые соответствуют расстояниям между нагружающими и между опорными роликами. Линии наносят мягким материалом, чтобы не повредить поверхность образца.

Данная разметка образца используется для оценки правильности его испытания (6.1.2, 6.2.4).

## 6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ

### 6.1 Установка образца

6.1.1 Образец с вариантами размеров А, Б и В следует испытывать по схемам трехточечного или четырехточечного изгиба согласно вариантам размеров А, Б и В.

Основной схемой нагружения образца с вариантами размеров А, Б и В должна быть схема четырехточечного изгиба.

6.1.1.1 Допускается проводить испытание образца с вариантом размеров Б по схеме четырехточечного изгиба с расстояниями между опорными и между нагружающими роликами соответственно  $(30,0 \pm 0,1)$  мм и  $(10,0 \pm 0,1)$  мм и по схеме трехточечного изгиба — с расстоянием между опорными роликами  $(30,0 \pm 0,1)$  мм, о чем должно быть указано в нормативной документации на материал (изделие). При этом длина указанного образца устанавливается не менее 35 мм.

6.1.2 Образец выбранного варианта размеров устанавливают на опорные ролики узла нагружения одной из его широких продольных граней и центрируют по разметочным линиям согласно 5.4.3 таким образом, чтобы его продольная ось была перпендикулярна продольным осям цилиндрических нагружающих и опорных роликов.

### 6.2 Условия испытания

6.2.1 Нагружение образца до его разделения на части (разрушения) осуществляют беспрерывно перемещением с заданной скоростью активного захвата машины для испытания.

6.2.2 Скорость перемещения активного захвата машины для испытания должна быть 0,25; 0,5 и 1,0 мм/мин в соответствии с вариантами размеров образцов А, Б и В при условии, что время от начала нагружения образца до его разделения на части находится в пределах от 3 до 30 с.

Если время до разделения на части образца выходит за установленные выше пределы, то скорость перемещения активного захвата машины для испытания изменяют таким образом, чтобы это время находилось в пределах от 3 до 30 с.

6.2.3 При испытании определяют величину силы, действующей на образец, в момент его разделения на части с погрешностью по 4.1.2.

6.2.4 Испытание образца считают недействительным в следующих случаях:

— хотя бы одна линия излома (разделения на части) образца при его нагружении по схеме четырехточечного изгиба расположена за пределами расстояния между нагружающими роликами, которое определяется по разметочным линиям соответственно 5.4.3;

— линия излома образца при его нагружении по схеме трехточечного изгиба отстоит от линии контакта нагружающего ролика с образцом более чем на 5 мм;

— образец разрушился по дефектам производственного типа, которые не связаны с особенностями технологии изготовления материала (изделия).

## 7 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

7.1 Предел прочности,  $\sigma_{\text{изг}}$ , в МПа, образца в условиях четырехточечного изгиба следует вычислять по формуле

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3 \cdot P_m \cdot a}{b \cdot h^2}, \quad (1)$$

где  $P_m$  — величина силы в момент разделения образца на части, Н;

$a$  — консольная часть образца ( $a = L/4$ ), мм;

$b$  — ширина образца, мм;

$h$  — толщина образца в направлении, параллельном направлению приложения силы к образцу, мм.

**Примечание.**  $a = L/3$  в случае использования схемы нагружения образца с вариантом размеров Б по 6.1.1.1.

7.2 Предел прочности,  $\sigma_{\text{изг}}$ , в МПа, образца в условиях трехточечного изгиба следует вычислять по формуле

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3 P_m \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}. \quad (2)$$

7.3 Предел прочности образца вычисляют по формулам (1) и (2) с точностью до третьей значащей цифры.

7.4 За результат испытания следует принимать среднее арифметическое значение результатов определений предела прочности не менее 5 образцов одного и того же варианта размеров, если большее количество образцов не указано в нормативной документации на материал (изделие). Результаты вычислений округляют до 0,1 МПа.

7.5 Другие требования к обработке результатов испытания должны быть указаны в нормативной документации на конкретный материал (изделие).

7.6 При соблюдении требований настоящего стандарта погрешность определения предела прочности отдельного образца не превышает 3 %.

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ**

Результаты испытаний должны быть занесены в протокол, в котором следует указать:

- наименование материала (изделия) и (или) его марку;
- предприятие-изготовитель материала (изделия);
- дату и способ изготовления образцов;
- варианты размеров образцов и схемы нагружения;
- количество испытанных образцов;
- перечень средств испытаний и вспомогательных устройств;
- условия испытания (относительную влажность, температуру, скорость перемещения активного захвата машины для испытания, время до разрушения (разделения на части) образца и т. п.);
- результаты определений предела прочности отдельных образцов;
- среднее арифметическое значение результатов определений предела прочности отдельных образцов (результат испытания);
- место и дату проведения испытания;
- фамилию, инициалы и подпись лица, проводившего испытание.



УДК 666.1

81.040

И19

**Ключевые слова:** керамика, предел прочности, изгиб, метод, напряжение

---

Редактор **Р. Гусяча**  
Технічний редактор **О. Касіч**  
Коректор **Г. Ніколаєва**  
Комп'ютерна верстка **С. Павленко**

---

Підписано до друку 25.12.98. Формат 60 × 84 1/8.  
Ум. друк. арк. 3,25. Зам. **Є** Ціна договірна.

---

Відділ оперативного друку УкрНДІССІ  
252006, Київ-6, вул. Горького, 174