



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДАТЧИКИ СИЛОВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНІ

Загальні технічні вимоги
та методи випробувань

ДСТУ 7223:2011

Видання офіційне

БЗ № 4–2011/453



Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2011

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО. Технічний комітет стандартизації «Прилади для вимірювання маси, сили, деформації та визначення механічних характеристик матеріалів» (ТК 156), Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів» (Укрметртестстандарт)

РОЗРОБНИКИ: А. Демченко; О. Самойленко, канд. техн. наук (науковий керівник), О. Ціпоренко

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 2 лютого 2011 р № 371

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 28836–90)

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України 2011

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Класифікація	2
5 Основні характеристики	2
6 Вимоги щодо тривкості до зовнішніх чинників	4
7 Маркування та пакування	4
8 Транспортування та зберігання. Гарантії виробника	4
9 Сумісність параметрів	5
10 Вимоги щодо безпеки	5
11 Методи випробувань	5

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДАТЧИКИ СИЛОВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНІ
Загальні технічні вимоги та методи випробувань

ДАТЧИКИ СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНЫЕ
Общие технические требования и методы испытаний

FORCE TRANSDUCERS
Methods and facilities of checks

Чинний від 2011-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на датчики силовимірювальні тензорезисторні загальнотехнічного застосування з дротяними чи фольговими тензорезисторами, які призначені для використання в пристроях вимірювання статичних сил або сил, котрі повільно змінюються, і встановлює загальні технічні вимоги та методи випробувань.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (ССБП. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги щодо безпеки)

ГОСТ 8032-84 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел (Переважні числа та ряди переважних чисел)

ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия (Вироби ДСП. Загальні технічні вимоги)

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (Машини, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатування, зберігання та транспортування в частині впливу кліматичних чинників зовнішнього середовища)

ГОСТ 18242-72 Статистический приёмочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля (Статистичний приймальний контроль за альтернативною ознакою. Плани контролю)

ГОСТ 18953-73 Источники питания электрические ГСП. Общие технические условия (Джерела живлення електричні ДСП. Загальні технічні умови)

ГОСТ 23706-93 (МЭК 51-6-84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 6. Особые требования к омметрам (приборам для измерения полного сопротивления) и приборам для измерения активной проводимости (Прилади аналогові показувальні електровимірювальні прямої дії та допоміжні частини до них. Частина 6. Особливі вимоги до омметрів (приладів вимірювання повного опору) та приладів для вимірювання активної провідності)

ГОСТ 25864–83 Машины силоизмерительные образцовые 2-го разряда. Общие технические требования (Машины силовимірювальні зразкові 2-го розряду. Загальні технічні вимоги)

ГОСТ 27883–88 Средства измерения и управления технологическими процессами. Надёжность. Общие требования и методы испытаний (Засоби вимірювання та керування технологічними процесами. Надійність. Загальні вимоги та методи випробувань).

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни та відповідні визначення згідно з ДСТУ 2681.

4 КЛАСИФІКАЦІЯ

4.1 За способом з'єднання тензорезисторів з пружним елементом датчики поділяють на:
— тензорезисторні фольгові чи дротяні на клейовій основі (з підкладкою і без підкладки);
— тензорезисторні дротяні на безклейовій основі.

4.2 За напрямком вимірюваної сили датчики поділяють на:
— датчики для вимірювання сили стискання;
— датчики для вимірювання сили розтягування;
— універсальні.

5 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

5.1 Датчики поділяють за номінальним навантаженням, категоріями точності, значенням робочого коефіцієнта передачі (РКП), діапазоном робочих температур і показниками надійності (див. таблицю 1).

Таблиця 1 — Основні характеристики датчиків

Назва показника	Значення
Номінальні навантаження, кН	Значення показника обирають з ряду R 10 згідно з ГОСТ 8032
Категорія точності	0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 1,00; 2,00
Робочий коефіцієнт передачі (РКП) за номінального навантаження, мВ/В	0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ¹⁾
Діапазон робочих температур, °С	Обирають згідно з ГОСТ 12997
Задане напрацювання ²⁾ , год	250; 500; 750; 1000; 1500; 2000
Вірогідність безвідмовної роботи за заданого напрацювання ²⁾	0,80; 0,85; 0,90; 0,92; 0,94
Повний середній термін служби, років	10

¹⁾ Для датчиків категорії точності від 0,02 до 0,20 включно допустимі індивідуальні значення РКП за номінального навантаження для кожного екземпляра указані в супровідній документації.
²⁾ Конкретні значення заданого напрацювання і вірогідності безвідмовної роботи вибирають з ряду та встановлюють за технічними умовами на датчик конкретного типу за узгодженням із замовником. Критерій відмови вказують у технічних умовах на датчик конкретного типу.

5.2 Значення метрологічних характеристик, залежно від категорії точності датчика, не повинні перевищувати вказаних у таблиці 2.

Таблиця 2 — Категорії точності та метрологічні характеристики датчиків

Назва метрологічної характеристики	Допустимі границі значень складників похибки для категорії точності датчиків, у відсотках від номінального значення РКП														
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00	2,00
Систематична складова	± 0,02	± 0,03	± 0,04	± 0,05	± 0,06	± 0,10	± 0,15	± 0,20	± 0,25	± 0,30	± 0,40	± 0,50	± 0,60	± 1,00	± 2,00
Нелінійність	± 0,02	± 0,03	± 0,04	± 0,05	± 0,06	± 0,10	± 0,15	± 0,20	± 0,25	± 0,30	± 0,40	± 0,50	± 0,60	± 1,00	± 2,00
Гістерезис	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00	2,00
Середній квадратичний відхил випадкового складника	± 0,010	± 0,015	± 0,020	± 0,025	± 0,030	± 0,050	± 0,075	± 0,100	± 0,125	± 0,150	± 0,200	± 0,250	± 0,300	± 0,500	± 1,000
Зміна ПКП* у разі зміни температури на 10 °С	± 0,010	± 0,015	± 0,020	± 0,025	± 0,030	± 0,050	± 0,075	± 0,100	± 0,125	± 0,150	± 0,200	± 0,250	± 0,300	± 0,500	± 1,000
Зміна РКП у разі зміни температури на 10 °С	± 0,010	± 0,015	± 0,020	± 0,025	± 0,030	± 0,050	± 0,075	± 0,100	± 0,125	± 0,150	± 0,200	± 0,250	± 0,300	± 0,500	± 1,000
* ПКП — початковий коефіцієнт передавання.															

5.3 Значення ПКП датчика не повинне перевищувати 2,5 % номінального значення РКП.

5.4 Метрологічні характеристики датчика не повинні перевищувати допустимих значень після дії на нього навантаження впродовж не менше ніж 5 хв, що перевищує номінальне значення на 25 %

5.5 Метрологічні характеристики датчика не повинні перевищувати допустимих значень у разі кутового відхилу напрямку вимірюваної сили щодо осі датчика до 0,5° включно. У разі більших відхилів можливе нормування додаткової похибки в стандартах і технічних умовах на датчики конкретних типів.

5.6 Значення найменшого опору ізоляції електричних ланцюгів датчиків наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 — Характеристики опору ізоляції датчиків

Тип датчика	Опір ізоляції, МОм	
	за температури (20 ± 5) °С і відносної вологості від 30 % до 80 %, не менше ніж	після впливу температури (30 ± 5) °С і відносної вологості до (95 ± 3) %, не менше ніж
Тензорезисторні фольгові чи дротяні на клейовій основі	1000	200
Тензорезисторні дротяні на безклейовій основі	100	3

5.7 Найбільші допустимі значення напруги живлення постійного чи змінного струму промислової частоти мають бути встановлені в стандартах і технічних умовах на датчики конкретних типів та відповідати вимогам ГОСТ 18953.

6 ВИМОГИ ЩОДО ТРИВКОСТІ ДО ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ

6.1 Датчики щодо тривкості і/чи міцності до впливів навколишнього середовища, до механічних дій, до впливу температури та вологості, а також в частині вимог до виробів у транспортній тарі мають відповідати вимогам ГОСТ 12997 за групами (видами), вказаними в технічних умовах

Датчики у транспортному пакуванні мають витримувати без пошкоджень:

- випробовування на міцність під час транспортування з прискоренням 29,4 м/с² з частотою ударів від 80 до 120 за хвилину протягом 2 год;
- зміни температури від мінус 50 °С до 50 °С;
- відносну вологість (95 ± 3) % за температури 35 °С.

7 МАРКУВАННЯ ТА ПАКУВАННЯ

7.1 Маркують датчики згідно з технічною документацією на датчики конкретних типів. На датчику мають бути нанесені такі позначки:

- товарний знак підприємства-виробника;
- умовне позначення датчика;
- номер датчика;
- рік випуску;
- номінальне навантаження;
- категорія точності;
- номінальне значення РКП;
- граничне значення напруги живлення.

7.2 Пакування датчиків — за ГОСТ 12997.

8 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ. ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА

8.1 Датчики транспортують усіма видами транспорту відповідно до чинних стосовно них вимог. Умови транспортування — за групою 7 ГОСТ 15150.

8.2 Умови зберігання датчиків — за групою 1 ГОСТ 15150.

8.3 Гарантії виробника мають бути зазначені в стандартах і технічних умовах на датчики конкретних типів і мають забезпечувати їх відповідність вимогам цього стандарту у разі дотримання вказаних умов застосування, зберігання та транспортування.

9 СУМІСНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ

Значення опорів датчиків тензорезисторних дротяних на безклеювій і клеювій основах без підкладки вибираються з ряду R 20 за ГОСТ 8032 з відхилами від номінальних значень, регламентованими в стандартах і технічних умовах на датчики конкретних типів.

Для датчиків тензорезисторних фольгових або дротяних на клеювій основі з підкладкою значення опорів наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 — Значення опору датчиків тензорезисторних фольгових або дротяних на клеювій основі з підкладкою

Назва опору	Значення опору, Ом				
	Вхідний	95 ± 0,5	190 ± 1,0	380 ± 2,0	760 ± 4,0
Вихідний	100 ± 1,0	200 ± 2,0	400 ± 4,0	800 ± 8,0	1600 ± 16,0

10 ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ

Показники безпеки за ГОСТ 12.2.007.0 регламентують у стандартах і технічних умовах на датчики конкретних типів.

11 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

11.1 Під час приймально-здавальних випробовувань треба дотримуватися таких вимог.

11.1.1 Кожен датчик перевіряють на відповідність вимогам 5.2, 5.3, 5.4, 5.6 стосовно тривкості до впливу температури, вологості навколишнього повітря, тривкості до механічних дій та 9 цього стандарту.

11.1.2 Допустимо датчики категорії точності 0,25 і нижче перевіряти на відповідність вимогам 6 щодо тривкості до впливу температури, вологості навколишнього повітря та тривкості до механічних дій вибірково, але не менше трьох датчиків з партії, об'єм якої встановлено за ГОСТ 18242.

11.1.3 У разі повторних випробовувань, датчики, відбраковані за метрологічними характеристиками, перевіряють за всіма пунктами, а датчики, відбраковані за іншими характеристиками, — за пунктами невідповідності.

11.2 Під час періодичних випробовувань датчики перевіряють на відповідність вимогам 5.2, 5.6, 9.

11.2.1 Під час періодичних випробовувань відбирають не менше ніж 3 датчики, які пройшли приймальні випробування. Якщо хоча б один з них не відповідає принаймні одному пункту цього стандарту, проводять повторні випробовування на подвоєній кількості датчиків, результати яких є остаточними.

11.3 Випробовування на надійність — за ГОСТ 27883.

11.4 Умови випробовування датчиків під час перевіряння за 5.2 (окрім зміни ПКП і РКП у разі зміни температури на 10 °С), 5.3—5.6 мають бути такими:

- температура навколишнього середовища — (20 ± 5) °С;
- відносна вологість — від 30 % до 80 %;
- атмосферний тиск — від 84 кПа до 106,7 кПа;
- тривалість прогрівання струмом живлення — не менше ніж 15 хв.

11.5 Вхідний і вихідний опори датчиків (8.1) необхідно перевіряти омметрами класу точності 0,2 згідно з ГОСТ 23706 на відповідних діагоналях електричної схеми.

11.6 Метрологічні характеристики датчиків перевіряють під час навантажування датчиків на робочих еталонах: зразкових силовимірювальних машинах 2 розряду за ГОСТ 25864, установках безпосереднього навантаження чи мірами сили відповідного розряду. У цьому випадку абсолютне значення границь похибки засобів навантажування і застосовуваної вторинної апаратури має бути не менше, ніж вдвічі менше ніж категорії точності випробовуваного датчика.

Допустимо випробовувані датчики перевіряти використанням зразкового датчика чи групи датчиків за методикою, затвердженою в установленому порядку.

11.6.1 Метрологічні характеристики датчиків (5.2, окрім зміни ПКП і РКП у разі зміни температури на 10 °С) треба перевіряти вимірюванням коефіцієнтів передавання за не менше ніж триразового навантаження в прямій і зворотній послідовності на ступенях, кількість і значення яких регламентовано в стандартах і технічних умовах на датчики конкретних типів.

Під час визначання значень метрологічних характеристик значення РКП обчислюють як різницю виміряного сигналу і нульового сигналу для першого навантаження стосовно напруги живлення.

Примітка 1. Допустиме попереднє навантаження датчика не більше ніж 10 % номінального значення. У цьому разі за початковий сигнал беруть умовний нуль, відповідний вихідному сигналу заздалегідь навантаженого датчика під час першого навантажування.

Примітка 2. Під час використання вимірювальної апаратури для визначання вихідного сигналу в мілівольтах допустимо вводити у формули замість значень коефіцієнтів передавання відповідні значення вихідних сигналів.

Примітка 3. Датчики, у яких лінія дії вимірюваного навантаження збігається з їхньою віссю симетрії, перевіряють з поворотом його на 120° після кожного циклу навантаження.

11.6.2 Систематичну складову похибки (γ_{ci}) на i -му ступені навантаження у відсотках від номінального значення РКП визначають за формулою:

$$\gamma_{ci} = \frac{0,5 \cdot (\bar{k}_i + \bar{k}_{збi}) - k_{pi}}{k_{ном}} \cdot 100, \quad (1)$$

де $\bar{k}_i, \bar{k}_{збi}$ — середнє значення РКП на i -му ступені навантаження відповідно за збільшення та зменшення навантаження;

k_{pi} — розрахункове значення РКП на i -му ступені навантаження, яке визначають за формулою:

$$k_{pi} = \frac{i \cdot k_{ном}}{n}, \quad (2)$$

де i — порядковий номер ступеня навантажування ($i = 1, 2, \dots, n$);

n — кількість ступенів навантаження;

$k_{ном}$ — номінальне значення РКП за номінального навантаження.

11.6.3 Нелінійність ($\gamma_{нел}$) на i -му ступені навантаження у відсотках від номінального значення РКП визначають за формулою:

$$\gamma_{нел} = \frac{\bar{k}_i - \frac{\bar{k} \cdot i}{n}}{k_{ном}} \cdot 100, \quad (3)$$

де k — середнє значення РКП за номінального навантаження.

11.6.4 Гистерезис (γ_{hi}) на i -му ступені навантаження у відсотках від номінального значення РКП визначають за формулою:

$$\gamma_{hi} = \frac{|\bar{k}_{звi} - \bar{k}_i|}{k_{ном}} \cdot 100. \quad (4)$$

11.6.5 Середній квадратичний відхил випадкового складника похибки ($\gamma_{\sigma i}$) на i -му ступені навантаження у відсотках від номінального значення РКП визначають за формулою:

$$\gamma_{\sigma i} = \frac{1}{k_{\text{ном}}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (k_{li} - \bar{k}_i)^2 + \sum_{i=1}^m (k_{зв/i} - \bar{k}_{зв i})^2}{2 \cdot m - 1}} \cdot 100, \quad (5)$$

де k_{li} , $k_{зв li}$ — значення РКП у прямій і зворотній послідовності відповідно на i -му ступені навантаження;
 l — порядковий номер циклу навантаження;
 m — кількість циклів навантаження.

11.7 Зміну ПКП і РКП датчика за впливу температури навколишнього середовища визначають так:
 — датчик розміщують у кліматичній камері з границями допустимої абсолютної похибки підтримання температури не менше ніж ± 3 °С та вимірюють значення температури в камері;
 — вимірюють ПКП датчика, навантажують його номінальним навантаженням і вимірюють РКП. ПКП і РКП вимірюють за трьома циклами навантаження. Після цього температуру в камері з ненавантаженим датчиком змінюють до верхнього (нижнього) робочого значення, регламентованого для датчика конкретного типу, і витримують протягом часу, встановленого для цього датчика, але не менше ніж 2 год.

Вимірюють ПКП і РКП за триразового номінального навантаження.

11.7.1 Зміну ПКП датчика ($\gamma_{k_{0t}}$) у разі зміни температури навколишнього середовища на 10 °С у відсотках від номінального значення РКП визначають за формулою:

$$\gamma_{k_{0t}} = \frac{10 \cdot (\bar{k}_{0t} - \bar{k}_0)}{\Delta t \cdot k_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (6)$$

де \bar{k}_{0t} — середнє значення ПКП за максимальної (мінімальної) робочої температури;
 Δt — різниця максимальної (мінімальної) та нормальної температур у камері;
 \bar{k}_0 — середнє значення ПКП за нормальної температури.

11.7.2 Зміну РКП датчика (γ_{k_t}) у разі зміни температури навколишнього середовища на 10 °С у відсотках від номінального значення РКП визначають за формулою:

$$\gamma_{k_t} = \frac{10 \cdot (\bar{k}_t - \bar{k})}{\Delta t \cdot k_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (7)$$

де \bar{k}_t — середнє значення РКП за номінального навантаження і максимальної (мінімальної) температури.

11.8 Значення ПКП датчика (γ_{k_0}) у відсотках від номінального значення РКП (5.3) визначають за формулою:

$$\gamma_{k_0} = \frac{\bar{k}_0}{k_{\text{ном}}} \cdot 100. \quad (8)$$

11.9 Перевантаження датчика (5.4) створюють будь-яким навантажувальним пристроєм з похибкою не більше ніж 5 %. Датчик навантажують зусиллям $1,25 \cdot P_{\text{ном}}$ і витримують під навантаженням протягом не менше ніж 5 хв. Після цього датчик розвантажують. Через 5 хв після навантаження метрологічні характеристики датчика не повинні перевищувати допустимі значення.

11.10 Датчик на дію кутового відхилу напрямку вимірюваної сили відносно подовжувальної осі датчика (5.5) перевіряють установленням датчика з перекосом в 0,5°, метрологічні характеристики датчика за таких умов мають залишатися в межах допустимих значень.

11.11 Опір ізоляції електричних ланцюгів датчика (5.6) перевіряють мегаомметром або автоматичним засобом вимірювання опору з похибкою, що не перевищує ± 20 %. Опір ізоляції вимірюють постійною напругою до 100 В.

Датчик витримують у камері вологості вимкненим, а потім виймають з камери.

Опір ізоляції вимірюють між корпусом і будь-яким виводом електричної схеми датчика не раніше ніж через 2 год після виймання з камери і витримання за нормальних умов.

11.12 Випробовування датчика на тривкість і/чи міцність до впливу навколишнього середовища, до впливу температури і вологості навколишнього повітря, до механічних дій, а також випробовування датчиків в транспортній тарі на відповідність вимогам до них — за ГОСТ 12997.

Код УКНД 17.060

Ключові слова: датчики силовимірювальні, категорія точності, надійність, номінальні навантаження, періодичні випробовування.

Редактор **Г. Халімон**
Технічний редактор **О. Марченко**
Коректор **Т. Калита**
Верстальник **Т. Неділько**

Підписано до друку 29.06.2011. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 1,39. Обл.-вид. арк. 0,57. Зам. Ціна договірна.

Виконавець
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006 серія ДК № 1647