



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34315 (13) A

(51) 6 G01L1/16, G01P15/09

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) П'ЕЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН

(21) 99063570

(22) 24.06.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Шарапов Валерій Михайлович, Лега Юрій Григорович, Мусієнко Максим Павлович, Сасенко Наталія Володимирівна

(73) Черкаський інженерно-технологічний інститут

(57) П'єзоелектричний перетворювач механічних величин, що містить п'єзоелемент з двома електродами і узгоджувальний підсилювач заряду, який містить операційний підсилювач, резистор і конденсатор, що включені в ланцюг від'ємного зворотного зв'язку операційного підсилювача, який **відрізняється** тим, що як конденсатор використаний додатковий п'єзоелемент, який закріплений на електроді першого п'єзоелементу, який підключений до входу операційного підсилювача.

Винахід належить до вимірювальної техніки, зокрема, до п'єзоелектричних перетворювачів зусиль, тисків і прискорень.

Відомий п'єзоелектричний перетворювач, що включає один або декілька п'єзоелементів, узгоджувальний підсилювач (див. Электрические измерения неэлектрических величин. Изд. 5-е. Л.: Энергия, 1975. - С.279-284, рис. 11-8, 11-9, 11-10, 11-11; а також С.237, рис. 8-12).

Недоліком цього перетворювача є порівняно невисока точність виміру, яка обумовлена нестабільністю п'єзомодуля матеріалу п'єзоелемента під дією дестабілізуючих факторів.

Відомий також п'єзоелектричний перетворювач, що містить узгоджувальний підсилювач заряду, який складається з операційного підсилювача, конденсатора і резистора, які включені у ланцюг від'ємного зворотного зв'язку операційного підсилювача, п'єзоелемент з двома електродами, один з яких підключений до входу узгоджувального підсилювача заряду, а другий - до загального проводу (див. Е.С.Левшина, П.В.Новицкий. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - С.113-121, рис. 6.6,б).

Як правило, ці перетворювачі містять також підставу, корпус, мембрану (для перетворювачів тиску - мал. 6.5,а) або інерційну масу (для акселерометрів - мал. 6.7 того ж посилання). Проте ці ознаки в даному випадку не є суттєвими.

Як узгоджувальні підсилювачі використовують або підсилювачі напруги, або підсилювачі заряду (див. Е.С.Левшина, П.В.Новицкий, рис. 6.6,а, 6.6,б, 6.6,в, а також: Пьезоэлектрические акселерометры и преусилители. Справочник по теории и экс-

плуатации. - "Brüel & Kjer" 2850 Нэрум, Дания, 1987).

Недоліком цього перетворювача є порівняно невисока точність виміру, яка обумовлена нестабільністю п'єзомодуля матеріалу п'єзоелемента під дією дестабілізуючих факторів.

Вказаний перетворювач найбільш близький за технічною сутністю і обраний як прототип.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення п'єзоелектричного перетворювача механічних величин шляхом використання як конденсатора додаткового п'єзоелементу.

Це дозволяє підвищити точність виміру.

Запропонований перетворювач містить п'єзоелемент з двома електродами і підсилювач заряду, що містить операційний підсилювач, резистор і конденсатор, які включені в ланцюг від'ємного зворотного зв'язку операційного підсилювача.

Запропонований перетворювач відрізняється від прототипу тим, що як конденсатор використаний додатковий п'єзоелемент, який закріплений на електроді першого п'єзоелемента, що підключений до входу операційного підсилювача.

Кожна з вказаних відмінних ознак є необхідною, а всі разом - достатніми для досягнення технічного результату.

Технічним результатом даного винаходу є підвищення точності виміру механічних величин.

Саме таке виконання перетворювача забезпечує підвищення точності.

Винахід пояснюється кресленнями, де:

- на фіг. показана електрична схема запропонованого перетворювача.

Запропонований перетворювач складається з п'єзоелемента 1 з електродами 2 і 3, підсилювача заряду, що містить операційний підсилювач 4, ре-

зистор 5 і додатковий п'єзоелемент 6 у ланцюгу зворотного зв'язку операційного підсилювача.

Перетворювач працює наступним чином.

Перетворювач, зображений на фігурі, це так званий підсилювач заряду (див. Е.С.Левшина, П.В.Новицкий. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - С.116, рис. 6.6), що являє собою інтегруючий підсилювач перемінного струму з паралельним від'ємним зворотним зв'язком. Тут замість конденсатора зворотного зв'язку використовується ємність додаткового конденсатора 6.

Вихідна напруга підсилювача заряду при достатньо великому коефіцієнті підсилення операційного підсилювача ( $\kappa = 10^4 - 10^5$ ) визначається формулою:

$$U_{\text{вих}} \approx \frac{Q}{C_{33}},$$

де:  $C_{33}$  - ємність конденсатора в ланцюгу зворотного зв'язку.

Іншими словами, вихідна напруга підсилювача заряду пропорційна заряду на його вході.

Досягнення технічного ефекту (підвищення точності) досягається, по-перше, завдяки тому, що і основний п'єзоелемент (вимірювальний) і додатковий виготовляються з однакового матеріалу і тому зміни їхніх характеристик під дією дестабілізуючих факторів компенсуються. По-друге, тому що додатковий п'єзоелемент є активною електро-механічною системою, тоді в основний п'єзоеле-

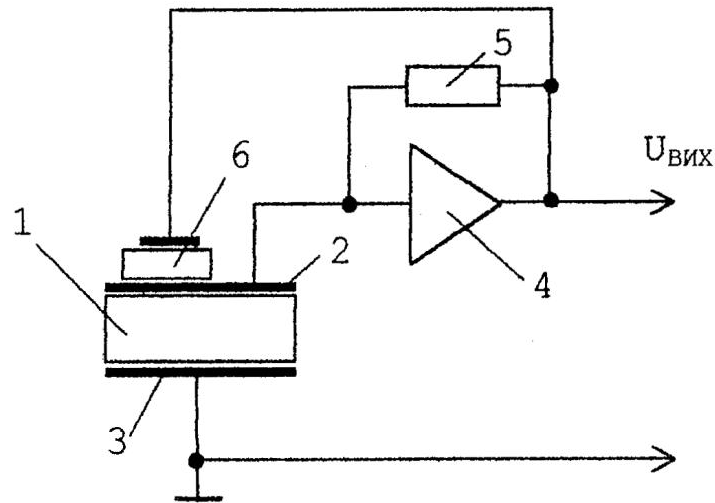
мент вводиться і від'ємний зворотний зв'язок по механічним коливанням. Як відомо (див.: Островский Л.А. Основы общей теории электроизмерительных устройств. - Л.: Энергия, 1971. - С.389-413), від'ємний зворотний зв'язок чинить стабілізуючу дію на вимірювальні пристрої і підвищує їхню точність.

Приклад конкретного застосування.

Був виготовлений п'єзоелектричний перетворювач прискорення (акселерометр) з дисковим п'єзоелементом діаметром 16 і товщиною 1 мм: з п'єзокераміки ЦТС-23 з електродами на торцях диску. Додатковий п'єзоелемент був виготовлений з того ж матеріалу діаметром 8 і товщиною 0,3 мм і закріплений (наприклад, за допомогою низькотемпературного припою) на електроді першого п'єзоелементу, який підключений до входу операційного підсилювача. Операційний підсилювач К140УД8, резистор опором 100 кОм. Вхідний опір підсилювача - 1,8 МОм.

Перетворювач встановлювався на вібростенді 4805 фірми "Brüel & Kjær" і піддавався впливу вібрації на частоті 100 Гц з прискоренням 1 g. Потім перетворювач за допомогою спеціального нагрівача нагрівався до температури  $50 \pm 3^\circ\text{C}$ . Вимірювалася відносна похибка  $\delta$  при розімкненому ланцюгу зворотного зв'язку (прототип) і з від'ємним зворотним зв'язком при  $K\beta = 1$ . Результати вимірів:

- прототип:  $\delta = 11,3\%$ ;
- перетворювач, що пропонується, - 1,8%.



Фіг.

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---