



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21898 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01L 1/10МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ДАТЧИК ВИМІРЮВАННЯ СИЛИ

1

2

(21) u200610657

(22) 09.10.2006

(24) 10.04.2007

(46) 10.04.2007, Бюл. № 4, 2007 р.

(72) Андрущенко Володимир Олександрович, Кі-  
р'єв Анатолій Михайлович, Мелешко В'ячеслав  
Володимирович, Міцкевич Євгеній Ілліч, Нікітенко  
Віктор Миколайович(73) КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА(57) Датчик вимірювання сили, що містить генера-  
тор частотно-модульованих коливань постійної

напруги, п'єзореzonансний перетворювач, сигна-  
льний процесор, який **відрізняється** тим, що пе-  
ретворювач виконано у вигляді тонкої квадратної  
пластини з п'єзоелектричного матеріалу, на одну з  
площин якої нанесено загальний електрод, з'єдна-  
ний з виходом генератора та входом сигнального  
процесора, а на іншу - чотири квадратних елект-  
роди, з яких два протилежних порізно підключені  
до виходу генератора та входу сигнального про-  
цесора.

Корисна модель, належить до приладобудів-  
ної галузі техніки, а саме до п'єзореzonансних датчи-  
ків вимірювання сили, шляхом визначення зміни  
частоти коливань, та може бути використаний у  
широкому діапазоні змін температури довкілля,  
наприклад, у технологічних лініях харчової, фар-  
мацевтичної промисловості та інше.

Відомий датчик вимірювання сили містить пе-  
ретворювач у вигляді тонкого диску з кварцу на  
бокових поверхнях якого нанесені круглі електро-  
ди, генератор електричних коливань та схему ви-  
мірювання частоти коливань. Кварцовий диск сво-  
їми електродами підключено у схему генератора  
електричних коливань у якості елемента, визна-  
чаючого частоту коливань, причому ця частота є  
резонансною для кварцового диску. Кварцовий  
диск закріплено таким чином, що вимірювана сила  
прикладається до діаметрально протилежних тор-  
ців диску. При прикладанні сили відбувається змі-  
на фізичного стану кварцового диску, що приво-  
дить до зміни частоти генерації, яка реєструється  
схемою вимірювання частоти коливань. Попере-  
дньо проводиться тарировка залежності резонан-  
сної частоти генератора від величини прикладеної  
сили. Таким чином вимірюється сила, прикладена  
до датчика.

До причин, які перешкоджають використанню  
описаного п'єзореzonансного датчика вимірювання  
сили, належить залежність резонансної частоти  
від температури, яка потребує тих чи інших засо-  
бів компенсації які звужують коло застосування

датчика. [Малов В.В. П'єзореzonансні датчики, 2-е  
вид. "Енергоатоміздат", М., 1989].

Найбільш близьким до об'єкта що заявляється  
є датчик вимірювання сили, який містить генера-  
тор сталих частотно-модульованих коливань, пе-  
ретворювач у вигляді п'єзокерамічного диску, на  
бокових поверхнях якого нанесені електроди, схе-  
му вимірювання амплітудно-частотної характе-  
ристики перетворювача. Генератор та схема вимі-  
рювання зв'язним способом підключені до електродів  
диску. Сам диск перетворювача закріплено таким  
чином, що вимірювана сила прикладається до  
двох його діаметрально протилежних торців. Не-  
суча частота генератора вибирається приблизно  
рівною резонансній частоті диску, а її девіація пе-  
ревищує можливий діапазон змін резонансної час-  
тоті в залежності від величини прикладаємої сили.  
При прикладанні сили відбувається зміна фізично-  
го стану матеріалу диску, що приводить до зміни  
амплітудно-частотної характеристики перетворю-  
вача, максимум якої реєструється схемою вимі-  
рювання. Попередньо проводиться тарировка залеж-  
ності максимуму амплітудно-частотної  
характеристики від величини сили, прикладаємої  
до датчика. [П'єзоелектричні перетворювачі. Під  
ред. Шарапова В.М., Черкаси, ЧГТУ, 2004].

Причина, що перешкоджає використанню та-  
кого датчика вимірювання сили є залежність його  
амплітудно-частотної характеристики перетворю-  
вача від температури.

В основу корисної моделі поставлено задачу

(13) U

(11) 21898

(19) UA

усунення температурної залежності параметрів датчика вимірювання сили.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому датчику вимірювання сили, який містить генератор сталих частотно-модульованих коливань, п'єзоелектричний перетворювач та схему вимірювання амплітудно-частотної характеристики перетворювача, згідно з винаходом, перетворювач виконано у вигляді тонкої квадратної пластини з п'єзоелектричного матеріалу на одну з площин якої нанесено загальний електрод, з'єднаний з виходом генератора та входом сигнального процесора, а на іншу - чотири квадратних електроди, з яких два протилежних порізно підключені до виходу генератора та входу сигнального процесора.

Перетворювач закріплено таким чином, що вимірювана сила прикладається до його двох діагонально протилежних вершин. Стала напруга від генератора частотно-модульованих коливань прикладається до загального електрода та одного з чотирьох квадратних електродів. Напруга, яка виникає між протилежним квадратним електродом та загальним електродом подається на сигнальний процесор, котрий по відомому алгоритму вимірює та вираховує значення співвідношення двох характерних резонансних частот. Попередньо проводиться тарировка залежності відношення характерних резонансних частот від величини сили, прикладеної до перетворювача. Таким чином вимірюється сила.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де зображені:

на Фіг.1 - блок-схема датчика вимірювання сили;

на Фіг.2 - фрагмент амплітудно-частотної характеристики квадратного п'єзореzonансного перетворювача.

Датчик вимірювання сили (Фіг.1) містить генератор 1 частотно-модульованої частоти сталої амплітуди вихід якого з'єднано зі входом перетворювача, перетворювач 2 у вигляді тонкої квадратної пластини з п'єзоелектричного матеріалу на одну з площин якої нанесено загальний електрод,

а на іншу - чотири квадратних електроди 3, з яких два протилежних порізно підключені до виходу генератора та входу сигнального процесора 4.

Експериментальними дослідженнями та чисельним моделюванням показано, що такий квадратний п'єзореzonансний перетворювач має на своїй амплітудно-частотній характеристиці декілька резонансних частот. Серед них є парні резонансні частоти, наприклад  $f_1$  та  $f_2$  (Фіг.2), які при прикладанні сили до протилежних вершин перетворювача поводять себе характерним чином. Так, при зростанні зусилля  $F$  частота  $f_1$  зменшується до величини  $f_3$ , а частота  $f_2$ , збільшується до значення  $f_4$ . Визначення зусилля  $F$  через відношення парних резонансних частот, що мають однакову залежність від температури ( $F = Kf_1/f_2$ ) приводить до незалежності показань датчика вимірювання сили від температури.

Датчик вимірювання сили працює таким чином. Від генератора 1 на вхід п'єзореzonансного перетворювача 2 подаються частотно-модульовані коливання сталої амплітуди певного діапазону частот, які викликають парні резонансні відгуки на частотах  $f_1$  та  $f_2$ . Без прикладання вимірюваної сили це відповідає нульовим значенням на виході сигнального процесора. При прикладанні зусилля  $F$  до протилежних вершин квадрата змінюється розподіл механічних напруг всередині матеріалу перетворювача. Це в свою чергу приводить до характерного кількісного змінення резонансних частот  $f_1$  та  $f_2$  до значень  $f_3$  та  $f_4$ . Сигнальний процесор 4, який працює як програмний чисельний аналізатор параметрів амплітудно-частотної характеристики перетворювача, вимірює значення  $f_3$  та  $f_4$ , обчислює їх відношення, що усуває вплив температури на результат вимірювань.

Таким чином, заявляємий датчик вимірювання сили за рахунок використання відносних вимірювань усуває залежність результатів від температури, що дозволяє використовувати його у широкому діапазоні змін температури довкілля.

