



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38295 (13) A

(51) 7 G01L19/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ЄМНІСНИЙ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦІЇ

(21) 2000063562

(22) 20.06.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Варшава Славомир Степанович, Шекета Марія Леонтівна, Суберляк Олег Володимирович, Дем'ян Мирослав Лукич, Лучко Йосип Йосипович

(73) Державний університет "Львівська політехніка", Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

(57) Ємнісний датчик деформації, що містить твердий діелектрик, виготовлений з полімеру, металічні електроди, розташовані з протилежних сторін діелектрика, відвідні контакти, який **відрізняється** тим, що як твердий діелектрик вибрано вологочутливий співполімер на основі полівінілпіролідону і ефірів метакрилової кислоти, і, окрім цього, він має сферичну поверхню з радіусом кривизни  $\sim 10$  см.

Винахід відноситься до технології виготовлення датчиків деформації, які призначені для вимірювання напружень у вологих середовищах.

Для вимірювання напружень, зусиль, деформацій у вологих середовищах, наприклад, в бетонах, використовують датчики, дія яких базується на п'єзореzистивних або п'єзоелектричних властивостях матеріалів (напівпровідників) (Л.Н. Фомица, Р.А. Сумбатов. Измерение напряжений в железобетонных конструкциях / К.: Будівельник. - 1997. - 168 с.).

Проте ці властивості залежать від параметрів навколишнього середовища, зокрема, вологості, погіршуючись при її дії, що звужує функціональні можливості датчиків.

Відомі ємнісні датчики деформації, що містять твердий діелектрик, виготовлений з полімеру, металічні електроди, розташовані з протилежних сторін діелектрика, відвідні контакти (А.А. Казарян. Тонкопленочный емкостный датчик давления с твердым диэлектриком // Приборы и системы управления. - 1992. - № 2 - с. 24-25).

Недоліком цих датчиків є те, що твердий діелектрик, виготовлений з полімеру (полііміду), не розрахований на роботу датчика у вологих середовищах, не забезпечує достатньої чутливості при малих рівнях деформації, що звужує функціональні можливості датчика.

В основу винаходу поставлене завдання - створити ємнісний датчик деформації, який міг би за рахунок підбору полімерного матеріалу в якості твердого діелектрика і відповідної форми його поверхні володіти підвищеною чутливістю, зокрема, у вологих середовищах.

Поставлене завдання вирішується тим, що в ємнісному датчику деформації, що містить твердий діелектрик, виготовлений з полімеру, металічні електроди, розташовані з протилежних сторін діелектрика, відвідні контакти, згідно з винаходом, твердий діелектрик виготовлено з вологочутливого співполімеру на основі полівінілпіролідону і ефірів метакрилової кислоти і, окрім цього, він має сферичну поверхню з радіусом кривизни  $\sim 10$  см.

Встановлено, що використання в ємнісному датчику деформації твердого діелектрика із вибраного полімеру - вологочутливого співполімеру полівінілпіролідону з ефірами метакрилової кислоти (замість полііміду), який при наводненні змінює свої пружні властивості, а також діелектричну проникність ( $\epsilon$ ), приводить до більш суттєвої зміни електроємності при дії деформації. Окрім цього, додаткова зміна параметрів датчика обумовлена сферичністю поверхонь твердого діелектрика з радіусом кривизни  $R \sim 10$  см (замість плоско-паралельних). Все це приводить до збільшення чутливості датчика і до розширення його функціональних можливостей. Чутливість датчика при тиску  $P = 10^5$  Па  $\Delta C/C_0 \Delta P$  складає  $0,35 \cdot 10^{-5}$  Па $^{-1}$  (у прототипа  $\sim 10^{-8}$  Па $^{-1}$ ). З фіг. 2 видно, що наводнення співполімеру збільшує чутливість датчика в 10 - 15 разів і крутизну градуовальної характеристики.

На фіг. 1 зображено ємнісний датчик деформації, а на фіг. 2 приведена його градуовальна характеристика (крива 4), а також, для порівняння, характеристика ненаводненого датчика (крива 5).

Датчик містить твердий діелектрик, виготовлений з вологочутливого співполімеру 1, металічні

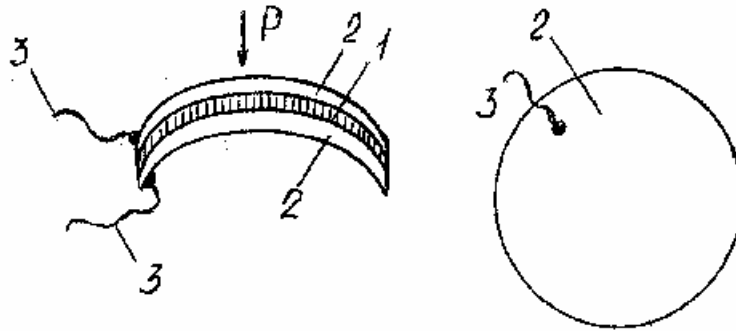
електроди 2, розташовані з протилежних сторін діелектрика 1, відвідні контакти 3.

Датчик виготовляють таким чином. До твердого діелектрика 1, виготовленого з вологочутливого співполімеру на основі полівінілпіролідону з ефірами метакрилової кислоти, який має сферичні поверхні з радіусом кривизни  $R \sim 10$  см і максимальними розмірами - діаметром  $\phi$  2 см, товщиною 0,5 мм, під'єднують металічні електроди 2 за допомогою, наприклад, приклеювання мідної фольги товщиною 0,02 мм. Відвідні контакти 3 створюють припаюванням мідних дротин  $\phi$  0,05 мм до металічних електродів 2. Опісля цього здійснюють наводнення датчика, занурюючи його у воду разом з вологочутливим співполімером 1. Час наводнення (до 20 год.) підбирають експериментально таким чином, щоб після зняття навантаження відновлювалась початкова ємність датчика з точністю не менше 2% і залежність зміни ємності від часу наводнення була близькою до лінійної.

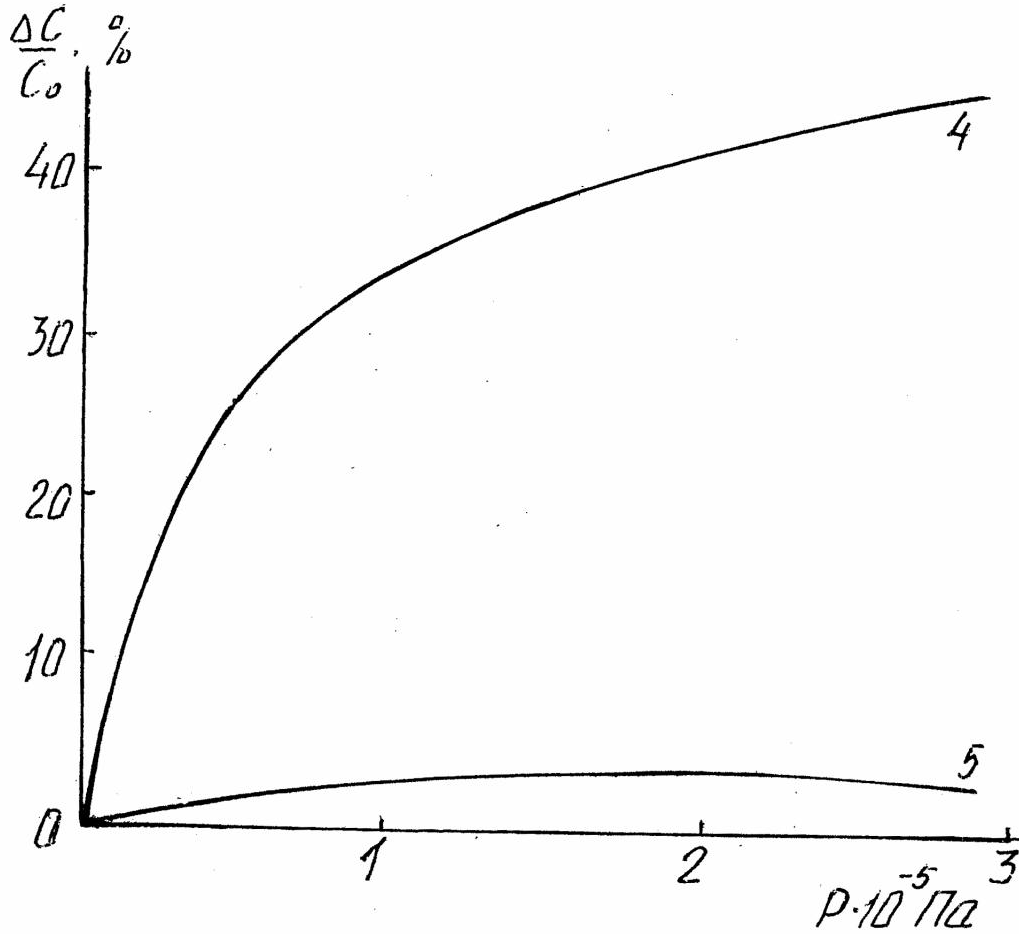
Датчик працює таким чином.

Проводять його градування, розташовуючи на горизонтальній підставці і задаючи одновісну деформацію стиску за допомогою калібрувальних вантажів. За допомогою відвідних контактів 3 і ек-

ранованих провідників датчик під'єднують до вимірювача ємності, наприклад, Е 12 - 1 А, який дозволяє вимірювати ємність з точністю  $\pm 0,01$  пФ. Навантаження забезпечувало статичні тиски  $P = (0-5) \cdot 10^5$  Па. На фіг. 2, крива 4, представлений градувальний графік датчика в координатах  $\Delta C/C_0 = f(P)$ , де  $C_0$  - початкова ємність датчика ( $10 \div 30$  пФ),  $\Delta C = C - C_0$  - абсолютна зміна ємності під дією деформації, а  $\Delta C/C$  - відносна зміна ємності. В нашому випадку  $\Delta C$  складало до 10 пФ при  $P = 5 \cdot 10^5$  Па, що суттєво перевищує  $\Delta C$  поліімідного датчика (прототип), у якого ця зміна складає доли пФ. Користуючись графіком фіг. 2, крива 4, можна визначати досліджувані деформації і напруження. Особливо зручно використовувати датчик при вимірюваннях у вологих середовищах, таких як застигаючі бетони, цементи та інші будівельні матеріали і конструкції; датчик теж можна використовувати для вимірювань гідростатичних тисків у воді. Крива 5 фіг. 2 показує, що без наводнення чутливість датчика суттєво нижча, виходить на насичення, що утруднює його використання без підсилювальних схем.



Фіг. 1



Фіг. 2

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 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

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