



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **132179** (13) **U**  
(51) МПК (2018.01)  
**G01V 7/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

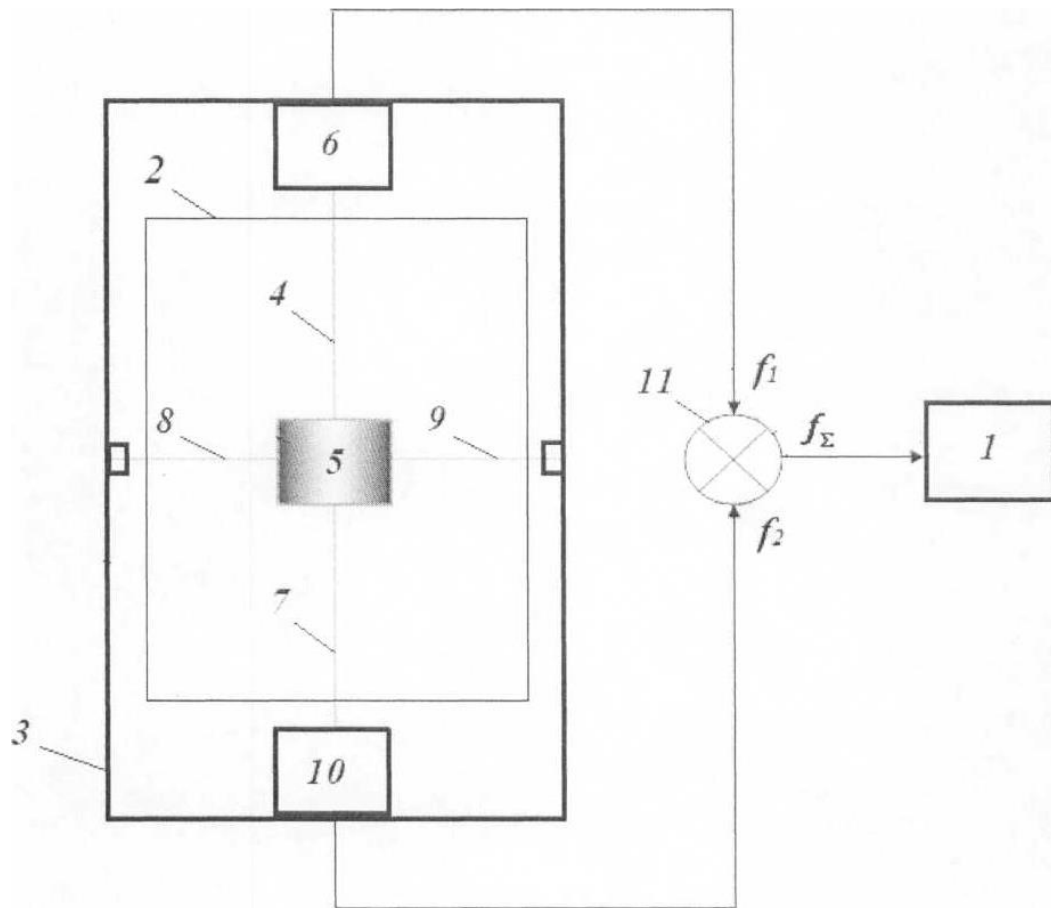
(21) Номер заявки: <b>u 2018 09741</b>	(72) Винахідник(и): <b>Безвесільна Олена Миколаївна (UA), Ткачук Андрій Геннадійович (UA), Чепюк Ларіна Олексіївна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>01.10.2018</b>	(73) Власник(и): <b>ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.02.2019</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.02.2019, Бюл.№ 3</b>	

## (54) ТЕНЗОМЕТРИЧНИЙ ГРАВІМЕТР

### (57) Реферат:

Тензометричний гравіметр містить пристрій (1) для обчислення вихідного сигналу гравіметра та чутливий елемент (2), що розміщений у герметичному корпусі (3) та виконаний у вигляді вертикального тензометричного дроту (4), який прикріплено одним кінцем до верху інерційної маси (5), а іншим - до генератора коливань (6), крім того, до складу чутливого елемента (2) додатково введено ще один вертикальний тензометричний дріт (7), що є ідентичним вертикальному тензометричному дроту (4) та прикріплений одним кінцем до низу інерційної маси (5), яка прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу (3) пружними елементами (8) та (9), а іншим кінцем - до генератора коливань (10), вихід якого, як і вихід генератора коливань (6), з'єднані з входами суматора (11), вихід якого з'єднаний із входом пристрою (1) обчислення вихідного сигналу гравіметра.

UA 132179 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використана для проведення гравіметричних вимірів на літаках у геодезії, геології, інерціальних системах навігації.

5 Найбільш близьким за сукупністю суттєвих ознак до корисної моделі є тензометричний перетворювач [1], що обраний як найближчий аналог.

Спільними суттєвими ознаками аналогу та корисної моделі, що заявляється, є те, що вони містять пристрій обчислення вихідного сигналу гравіметра та чутливий елемент, що розміщений у герметичному корпусі та виконаний у вигляді вертикального тензометричного дроту, який прикріплено одним кінцем до верху інерційної маси, а іншим до генератора коливань.

10 Проте, на відміну від корисної моделі, аналог має ряд недоліків. У ньому чутливий елемент виконаний у вигляді вертикального тензометричного дроту, який прикріплено одним кінцем до верху інерційної маси, а іншим до генератора коливань. Результати вимірювань, отримані за допомогою такого гравіметра, містять значні похибки, викликані, у першу чергу, вертикальним прискоренням  $\ddot{H}$  літака [2]. Тому відокремлення корисного сигналу прискорення сили тяжіння від  $\ddot{H}$  у найближчому аналогу відбувається за допомогою бортового комп'ютера на основі даних, отриманих з вимірювача висоти. Існуючі сьогодні засоби не спроможні забезпечити необхідну точність вимірювання  $\ddot{H}$ , яке перевищує корисний сигнал прискорення сили тяжіння у  $10^3$  разів [2]. Як наслідок, зменшується точність вимірювання прискорення сили тяжіння.

20 Дія горизонтальних прискорень, при встановленні аналогу на рухому основу, буде викликати також значні похибки.

Конструкція гравіметра-аналогу не передбачає компенсацію інструментальних похибок від впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища, які є значними в екстремальних умовах, якими характеризуються вимірювання за допомогою гравіметра-аналогу [2].

25 Таким чином, суттєвим недоліком гравіметра-аналогу є низька точність вимірювань прискорення сили тяжіння.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення тензометричного гравіметра для вимірювань прискорення сили тяжіння, що містить пристрій обчислення вихідного сигналу гравіметра та чутливий елемент, що розміщений у герметичному корпусі та виконаний у вигляді 30 вертикального тензометричного дроту, який прикріплено одним кінцем до верху інерційної маси, а іншим - до генератора коливань, шляхом того, що до складу чутливого елемента додатково введено ще один вертикальний тензометричний дріт, що є ідентичним існуючому вертикальному тензометричному дроту та прикріплений одним кінцем до низу інерційної маси, яка прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу пружними елементами, а 35 іншим кінцем - до генератора коливань, вихід якого, як і вихід існуючого в аналога генератора коливань, з'єднані з входами суматора, вихід якого з'єднаний із входом пристрою обчислення вихідного сигналу гравіметра, щоб забезпечити підвищення точності вимірювань прискорення сили тяжіння.

Поставлена задача вирішується таким чином.

40 Чутливий елемент гравіметра виконаний у вигляді двох вертикальних тензометричних дротів, що є ідентичними і закріплені одним кінцем до верху і низу інерційної маси. У процесі вимірювання один вертикальний тензометричний дріт стискається, а інший - розтягується від переміщення інерційної маси, спричиненого дією прискорення сили тяжіння. Вихідні сигнали обох вертикальних тензометричних дротів додаються у суматорі.

45 Результуючий корисний електричний сигнал буде подвоєним і не буде містити сигналів похибок від впливу вертикального прискорення, залишкової неідентичності конструкцій однакових тензометричних дротів, впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища (тобто інструментальних похибок), які можуть бути значними.

50 Інерційна маса гравіметра прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу пружними елементами. Така фіксація інерційної маси дозволяє їй рухатись лише у вертикальному напрямі, ліквідуючи цим вплив горизонтальних прискорень на вихідні покази гравіметра.

За допомогою генераторів коливань налаштовано частоту власних коливань гравіметра так, щоб вона дорівнювала  $0,1 \text{ c}^{-1}$  - частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу 55 прискорення сили тяжіння та найбільшого збурення - вертикального прискорення  $\ddot{H}$ . Тоді, згідно [2], чутливий елемент гравіметра вимірюватиме лише прискорення сили тяжіння.

У новій корисній моделі, як і в аналога, як матеріалу дроту пропонується вибрати тензочутливий матеріал, який має лінійну залежність зміни внутрішнього опору від деформуючого зусилля [1].

Таким чином, запропонований тензометричний гравіметр забезпечує суттєве підвищення точності вимірювання прискорення сили тяжіння.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

фіг. 1 - структурна схема тензометричного гравіметра;

фіг. 2 - схема розподілу сил від впливу корисного сигналу

прискорення сили тяжіння  $g$ , збурюючого вертикального прискорення  $\ddot{z}$  та сумарних інструментальних похибок  $\Delta i$ .

Тензометричний гравіметр (фіг. 1) містить пристрій 1 обчислення вихідного сигналу гравіметра та чутливий елемент 2, що розміщений у герметичному корпусі 3 та виконаний у вигляді вертикального тензометричного дроту 4, який прикріплено одним кінцем до верху інерційної маси 5, а іншим до генератора коливачів 6. До складу чутливого елемента 2 додатково введено ще один вертикальний тензометричний дріт 7, що є ідентичним до вертикального тензометричного дроту 4. Вертикальний тензометричний дріт 7 прикріплений одним кінцем до низу інерційної маси 5, яка прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу 3 пружними елементами 8 та 9, а іншим кінцем до генератора коливачів 10. Виходи генераторів коливачів 10 та 6 з'єднані з входами суматора 11, вихід якого з'єднаний із входом пристрою 1 обчислення вихідного сигналу гравіметра.

Тензометричний гравіметр працює наступним чином.

На інерційну масу 5 діє прискорення сили тяжіння  $g$ , вертикальне прискорення літака та сумарні інструментальні похибки  $\Delta i$  від впливу залишкової неідентичності конструкцій однакових тензометричних дротів, від впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища (фіг. 2). Рівняння сил уздовж осі Oz чутливості гравіметра, спрямованої уздовж вертикальних тензометричних дротів, буде мати вигляд [2]:

$$f_{\Sigma} = f_1 + f_2 = mg + m\Delta i + mg - m\Delta i = 2mg, \quad (1)$$

де  $f_1$  - вихідний сигнал генератора коливачів 6;

$f_2$  - вихідний сигнал генератора коливачів 10;

$f_{\Sigma}$  - вихідний сигнал з суматора 11;

$m$  - вага інерційної маси 5.

З рівняння (1) видно, що вихідний сигнал з суматора 11 містить подвоєне значення корисного сигналу прискорення сили тяжіння та не містить вертикальне прискорення літака та сумарні інструментальні похибки  $\Delta i$ .

У новій корисній моделі, як і в аналогу, як матеріал дроту пропонується вибрати тензочутливий матеріал, який має лінійну залежність зміни внутрішнього опору від деформуючого зусилля [1].

Джерела інформації:

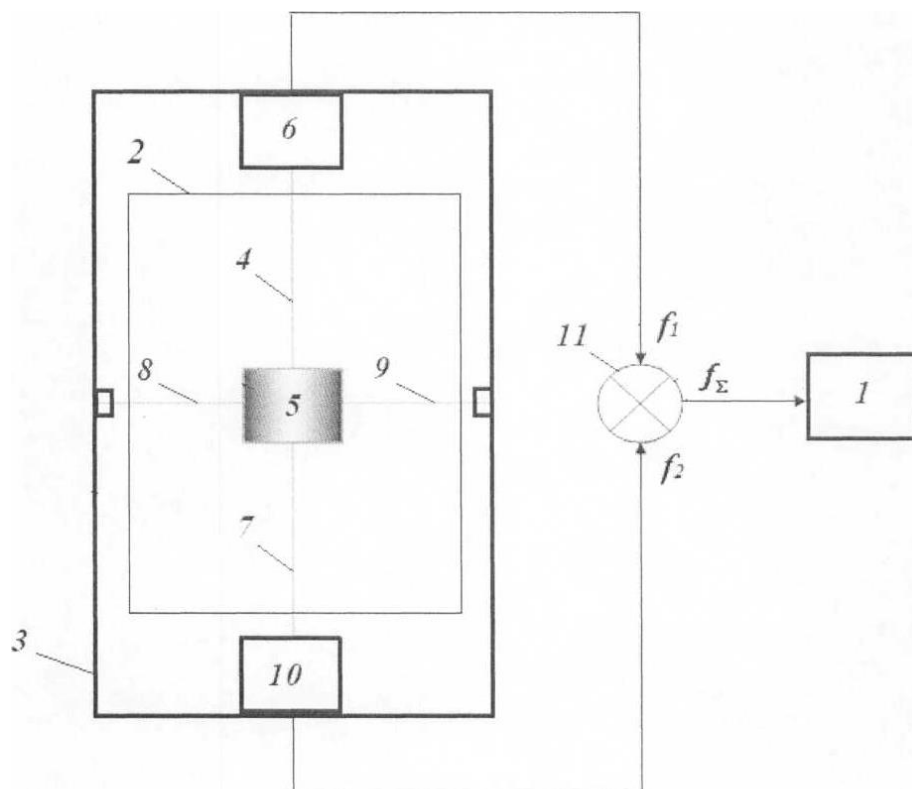
1. Безвесільна О.М. Перетворюючі пристрої приладів: підручник / О.М. Безвесільна, П.М. Таланчук. - К.: ІСДО, 1994. - 448 с

2. Безвесільна О.М. Вимірювання прискорень: Підручник. - К.: Либідь, 2001. - 264 с

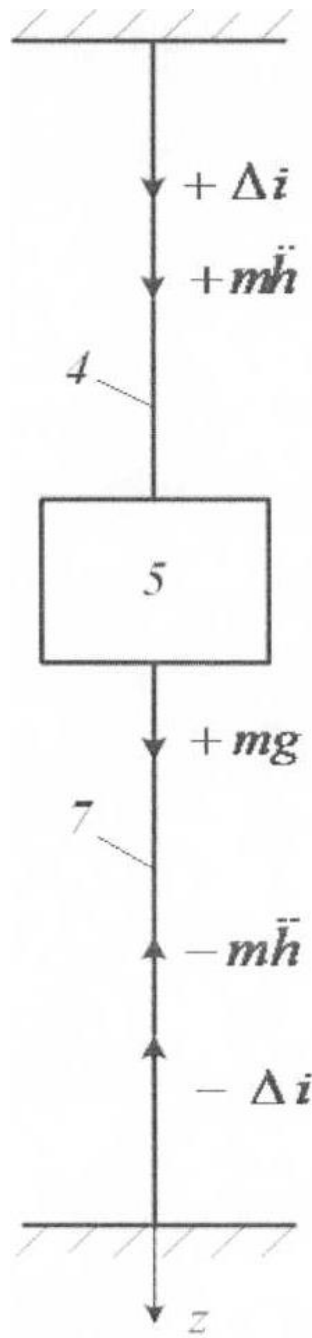
3. Безвесільна О.М. Авіаційні гравіметричні системи та гравіметри: монографія / О.М. Безвесільна. - Житомир: ЖДТУ, 2007. - 604 с.

#### 45 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Тензометричний гравіметр, що містить пристрій (1) для обчислення вихідного сигналу гравіметра та чутливий елемент (2), що розміщений у герметичному корпусі (3) та виконаний у вигляді вертикального тензометричного дроту (4), який прикріплено одним кінцем до верху інерційної маси (5), а іншим - до генератора коливачів (6), який відрізняється тим, що до складу чутливого елемента (2) додатково введено ще один вертикальний тензометричний дріт (7), що є ідентичним вертикальному тензометричному дроту (4) та прикріплений одним кінцем до низу інерційної маси (5), яка прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу (3) пружними елементами (8) та (9), а іншим кінцем - до генератора коливачів (10), вихід якого, як і вихід генератора коливачів (6), з'єднані з входами суматора (11), вихід якого з'єднаний із входом пристрою (1) обчислення вихідного сигналу гравіметра.



Фиг. 1



Фиг. 2