ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

УКРАЇНА **(19) UA** **(11) 109746** **(13) C2**

(51) МПК
G01V 7/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **a 2014 08137**
(22) Дата подання заявки: **18.07.2014**
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.09.2015**
(41) Публікація відомостей про заявку: **12.01.2015, Бюл.№ 1**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.09.2015, Бюл.№ 18**

(72) Винахідник(и):
Безвесільна Олена Миколаївна (UA),
Ткачук Андрій Геннадійович (UA),
Чепюк Ларіна Олексіївна (UA)

(73) Власник(и):
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Черняховського, 103, м. Житомир, 10005 (UA)

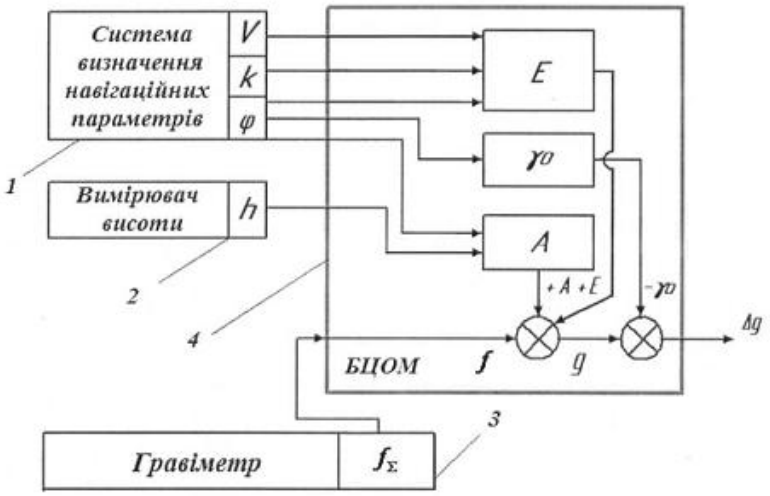
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
UA 79874 C2, 25.07.2007,
SU 213362, 12.03.1968,

(54) АВІАЦІЙНА ГРАВІМЕТРИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ АНОМАЛІЙ ПРИСКОРЕННЯ СИЛИ ТЯЖІННЯ

(57) Реферат:

Вимірювальна техніка, винахід може бути використаний для проведення гравіметричних вимірів на літальних апаратах у геодезії, геології, інерціальних системах навігації.
Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння містить систему визначення навігаційних параметрів, вимірювач висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр, виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини. Чутливий елемент гравіметра розміщений у герметичному корпусі і виконаний у вигляді двох вертикальних струн. Вертикальні струни є ідентичними і прикріплені одним кінцем до верху і низу інерційної маси. Інерційна маса прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу пружним елементом. Вільні кінці вертикальних струн з'єднані зі струнними генераторами, виходи яких з'єднані з входами суматора.
Підвищення точності вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння.

UA 109746 C2


Система визначення навігаційних параметрів
V
k
φ
1
Вимірювач висоти
h
2
4
E
γ0
A
+A +E
-γ0
Δg
БЦОМ
f
g
3
Гравіметр
fΣ

Фіг. 1

Винахід належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний для проведення гравіметричних вимірів на літальних апаратах у геодезії, геології, інерціальних системах навігації.

Найбільш близькою за сукупністю суттєвих ознак до винаходу є авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння, що вибрана як прототип [1].

Спільними суттєвими ознаками системи-прототипу та системи-винаходу є те, що вони містять систему визначення навігаційних параметрів, вимірювач висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр, виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ).

Проте, на відміну від системи-винаходу, в системі-прототипі чутливий елемент гравіметра виконаний на основі двох тристепеневих гіроскопів. Результати вимірювань, отримані за допомогою такого гравіметра, містять значні похибки, викликані, в першу чергу, вертикальним прискоренням $\ddot{h}$ літака [2]. Тому відокремлення корисного сигналу прискорення сили тяжіння від $\ddot{h}$ у прототипі відбувається за допомогою БЦОМ шляхом подвійного диференціювання даних, отриманих вимірювачем висоти. Однак, існуючі на сьогоднішній день 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 аномалій прискорення сили тяжіння.

В екстремальних умовах, якими характеризуються гравіметричні вимірювання на літаку, в системі-прототипі виникає ряд інструментальних похибок усіх складових її елементів. Це похибки, викликані змінами температури, атмосферного тиску, вологості.

Таким чином, суттєвим недоліком авіаційної гравіметричної системи-прототипу є низька точність вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння, що містить систему визначення навігаційних параметрів, вимірювач висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр, виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини, шляхом того, що чутливий елемент гравіметра розміщений у герметичному корпусі і виконаний у вигляді двох вертикальних струн, що є ідентичними і прикріплені одним кінцем до верху і низу інерційної маси, що прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу пружним елементом, а вільні кінці вертикальних струн з'єднані зі струнними генераторами, виходи яких з'єднані з входами суматора, щоб забезпечити підвищення точності вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння.

Поставлена задача вирішується таким чином.

Чутливий елемент гравіметра виконаний у вигляді двох вертикальних струн, що є ідентичними і закріплені одним кінцем до верху і низу інерційної маси. У процесі вимірювання одна вертикальна струна стискається, а інша - розтягується від переміщення інерційної маси, спричиненого дією прискорення сили тяжіння. Вихідні сигнали обох вертикальних струн підсумовуються у суматорі. Результуючий корисний електричний сигнал буде подвоєним і не буде містити сигналів похибок від впливу вертикального прискорення, залишкової неідентичності конструкцій однакових вертикальних струн, впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища (тобто інструментальних похибок), які можуть бути значними.

Інерційна маса гравіметра прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу пружним елементом, наприклад плоскими пружинами. Така фіксація інерційної маси дозволяє їй рухатись лише у вертикальному напрямі, ліквідуючи цим вплив перехресних прискорень на вихідні покази гравіметра.

Чутливий елемент гравіметра розміщений у герметичному корпусі, що ліквідує вплив на нього таких факторів зовнішнього середовища, як температура, вологість, тиск, які спричиняють появу інструментальних похибок.

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

Таким чином, запропонована авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння забезпечує суттєве підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

Суть винаходу пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

фіг. 1 - структурна схема авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння;

фіг. 2 - гравіметр авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння;

фіг. 3 - схема розподілу сил від впливу корисного сигналу прискорення сили тяжіння g, збурюючого вертикального прискорення $\ddot{h}$ та сумарних інструментальних похибок Δi.

Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння (фіг. 1) містить систему 1 визначення навігаційних параметрів, вимірювач 2 висоти і встановлений на двовісній платформі гравіметр 3, виходи яких підключені до входів БЦОМ 4.

Чутливий елемент гравіметра 3 (фіг. 2) розміщений у герметичному корпусі 8 і виконаний у вигляді двох вертикальних струн 6, 7, що є ідентичними. Вони прикріплені одним кінцем до верху і низу інерційної маси 5, що прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу 8 пружним елементом 12. Вільні кінці вертикальних струн 6, 7 з'єднані зі струнними генераторами 10, 11, виходи яких з'єднані з входами суматора 9.

Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння працює наступним чином.

На інерційну масу 5 діє прискорення сили тяжіння g, вертикальне прискорення $\ddot{h}$ літака та сумарні інструментальні похибки Δi від впливу залишкової неідентичності конструкцій однакових струн, від впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища (фіг. 3). Рівняння сил уздовж осі Oz чутливості гравіметра, спрямованої уздовж вертикальних струн, буде мати вигляд [2]:

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

де f_1 - вихідний сигнал зі струнного генератора 10;

f_2 - вихідний сигнал зі струнного генератора 11;

f_{Σ} - вихідний сигнал з суматора 9;

m - вага інерційної маси;

З рівняння (1) видно, що вихідний сигнал з суматора 9 містить подвоєне значення корисного сигналу прискорення сили тяжіння та не містить вертикальне прискорення $\ddot{h}$ літака та сумарні інструментальні похибки Δi.

Вихідний сигнал f_{Σ} з суматора 9 подається у БЦОМ 4, куди також подаються вихідні сигнали від системи 1 визначення навігаційних параметрів та вимірювача 2 висоти. У БЦОМ 4 обчислюється значення аномалії Δg прискорення сили тяжіння за формулою [2]:

$$\Delta g = f + E + A - \gamma_0, \quad (2)$$

де $f = \frac{f_{\Sigma}}{2}$ - вихідний сигнал гравіметра 3;

E - поправка Етвеша;

A - поправка на висоту;

γ_0 - довідкове значення прискорення сили тяжіння.

З рівняння (2) видно, що в ньому відсутня складова похибки $\ddot{h}$. Таким чином, авіаційна гравіметрична система-винахід забезпечує суттєве підвищення точності вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння.

Джерела інформації:

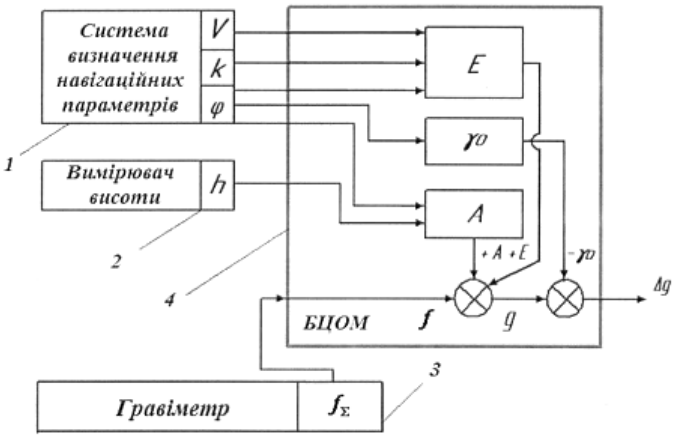
1. Патент України на винахід 79874, МПК G 01 V 7/00. Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння / О.М. Безвесільна, Ю.О. Подчашинський. - № a200509695; Заявл. 14.10.05; опубл. 25.07.07, Бюл. №11.

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

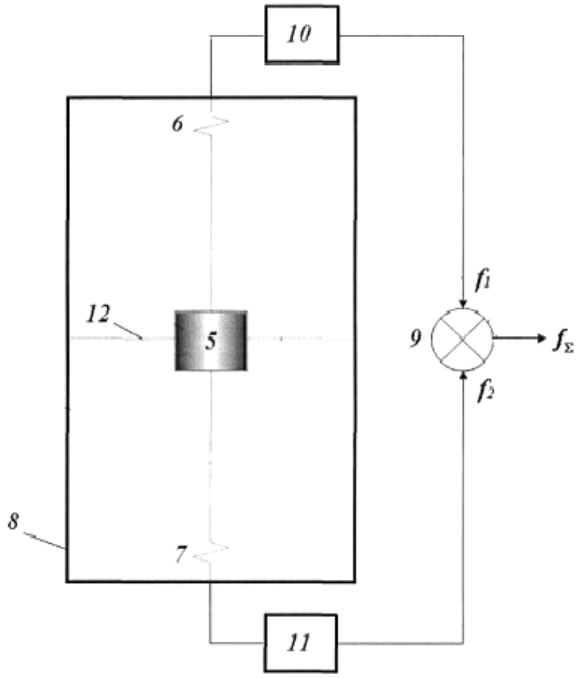
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Авіаційна гравіметрична система для вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння, що містить систему (1) визначення навігаційних параметрів, вимірювач (2) висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр (3), виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ) (4), яка **відрізняється** тим, що чутливий елемент гравіметра (3) розміщений у герметичному корпусі (8) і виконаний у вигляді двох вертикальних струн (6), (7), що є ідентичними і прикріплені одним кінцем до верху і низу інерційної маси (5), що

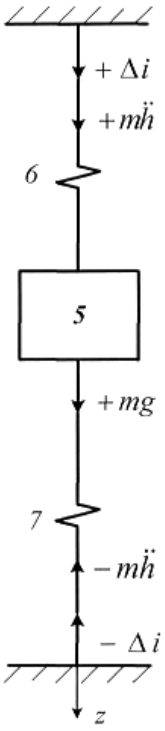
прикріплена до протилежних бічних сторін герметичного корпусу (8) пружним елементом (12), а вільні кінці вертикальних струн (6), (7) з'єднані зі струнними генераторами (10), (11), виходи яких з'єднані з входами суматора (9), при цьому за допомогою струнних генераторів (10), (11) налаштовано частоту власних коливань гравіметра (3) так, щоб вона дорівнювала 0,1 $с^{-1}$ - частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та найбільшого збурення, а саме вертикального прискорення, крім того, БЦОМ (4) виконана з можливістю обчислення значення аномалії за формулою $\Delta g = f + E + A - \gamma_0$, де f - вихідний сигнал гравіметра (3), E - поправка Етвеша, A - поправка на висоту, γ_0 - довідкове значення прискорення сили тяжіння.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601