



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **142824** (13) **U**
(51) МПК (2020.01)
G01V 7/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

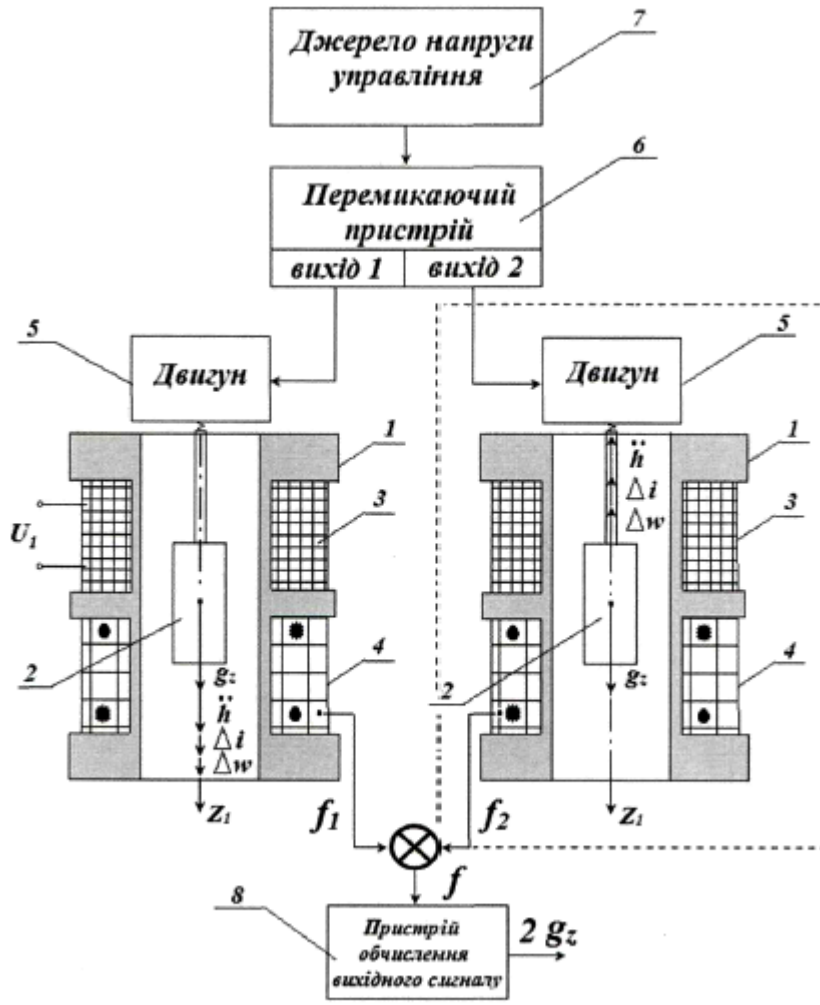
(21) Номер заявки: u 2020 00884	(72) Винахідник(и): Ткачук Андрій Геннадійович (UA), Безвесільна Олена Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.02.2020	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2020	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2020, Бюл.№ 12	

(54) ТРАНСФОРМАТОРНИЙ ГРАВІМЕТР

(57) Реферат:

Трансформаторний гравіметр містить чутливий елемент, який складається із магнітопроводу (1), рухомого якоря (2), первинної обмотки (3) збудження та вторинної вихідної обмотки (4), яка має дві однакові секції. Дві секції вторинної обмотки (4) з'єднані послідовно-зустрічно, а рухомий якор (2) з'єднано з двигуном (5), який з певним періодом опускає якор (2) вниз та піднімає вгору по магнітопроводу (1), причому двигуном (5) керує пристрій перемикачання (6), який підключено до джерела (7) напруги керування, а вихідний сигнал з вторинної вихідної обмотки (4) подається на вхід пристрою (8) обчислення вихідного сигналу, де генерується вихідний сигнал, що пропорційний подвоєному значенню гравітаційного прискорення.

UA 142824 U



Фіг. 2

Корисна модель належить до засобів вимірювання вертикальної складової вектора гравітаційного прискорення з борту рухомого апарата і може бути використана в галузі геодезії, геофізики, зокрема, при формуванні опорних гравіметричних сіток важкодоступних районів Земної кулі, а також в авіа- та ракетобудуванні.

5 Найбільш близьким аналогом є трансформаторний перетворювач соленоїдного типу [1] (фіг. 1).

Спільними суттєвими ознаками аналога та корисної моделі, що заявляється, є те, що вони містять чутливий елемент, який складається із магнітопроводу, рухомого якоря, первинної обмотки збудження та вторинної вихідної обмотки, яка має дві однакові секції.

10 Проте, на відміну від корисної моделі, аналог має ряд недоліків. Дві секції вторинної обмотки $4 W_2$ у аналога з'єднані послідовно-узгоджено (початок-кінець однієї секції, початок-кінець іншої секції). Тобто, вихідна обмотка $4 W_2$ суцільна (фіг. 1). Під дією гравітаційного прискорення g_z , що діє вздовж осі чутливості трансформаторного перетворювача Oz , виникає сила тяжіння $G=mg_z$. Обмотка збудження $3 W_1$ під'єднана до напруги U_1 і утворює електромагнітний потік збудження

15 Φ_{1i} . Згідно з законом електромагнітної індукції, цей потік наводить ЕРС E_2 в обмотці $4 W_2$. Під дією сили тяжіння якор 2 рухається всередині магнітопроводу 1 вниз і викликає зміну електромагнітного потоку Φ_1 . Тоді електрорушійна сила E_2 в обмотці $4 W_2$ буде змінюватись пропорційно гравітаційному прискоренню g_z : $E_2 \equiv mg_z$. Вихідний електричний сигнал U_2 буде пропорційний g_z : $U_2 \equiv mg_z$.

20 При дії зовнішнього електромагнітного потоку перешкоди (на рухомих об'єктах: літальних апаратах, надводних та підводних човнах виникають значні сторонні електромагнітні потоки), наводитиметься ЕРС E_n перешкоди у вихідній обмотці $4 W_2$: $E_2 \equiv mg_z + E_n$. Відповідно, вихідний сигнал аналога буде $U_2 \equiv mg_z + U_n$.

25 Інструментальні похибки від впливу змін температури, вологості, тиску, моменту сил сухого тертя та ін. є значними в аналога і ніяким чином не компенсуються.

Вертикальне прискорення \dot{h} , при встановленні аналога на літак, буде діяти вздовж осі чутливості перетворювача, тоді: $E_2 \equiv mg_z + m\dot{h}$. Величина \dot{h} у 10^3 разів [2] перевищує значення g_z .

Таким чином, суттєвим недоліком аналога є низька точність вимірювань гравітаційного прискорення.

30 В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення трансформаторного гравіметра, що містить чутливий елемент, який складається із магнітопроводу, рухомого якоря, первинної обмотки збудження та вторинної вихідної обмотки, яка має дві однакові секції, шляхом того, що дві секції вторинної обмотки з'єднані послідовно-зустрічно, а рухомий якор з'єднано з двигуном, який з певним періодом послідовно опускає якор вниз та піднімає вверх по магнітопроводу, причому двигуном керує пристрій перемикавання, який підключено до джерела

35 напруги керування, а вихідний сигнал з вторинної вихідної обмотки подається на вхід пристрою обчислення вихідного сигналу, де генерується вихідний сигнал, що пропорційний подвоєному значенню гравітаційного прискорення, щоб забезпечити підвищення точності вимірювань гравітаційного прискорення.

40 Поставлена задача вирішується тим, що трансформаторний гравіметр, що містить чутливий елемент, який складається із магнітопроводу (1), рухомого якоря (2), первинної обмотки (3) збудження та вторинної вихідної обмотки (4), яка має дві однакові секції, згідно з корисною моделлю, що дві секції вторинної обмотки (4) з'єднані послідовно-зустрічно, а рухомий якор (2) з'єднано з двигуном (5), який з певним періодом опускає якор (2) вниз та піднімає вверх по

45 магнітопроводу (1), причому двигуном (5) керує пристрій перемикавання (6), який підключено до джерела (7) напруги керування, а вихідний сигнал з вторинної вихідної обмотки (4) подається на вхід пристрою (8) обчислення вихідного сигналу, де генерується вихідний сигнал, що пропорційний подвоєному значенню гравітаційного прискорення (фіг. 2).

50 Підвищення точності вимірювання гравітаційного прискорення у корисній моделі забезпечується наступним чином.

При дії зовнішнього електромагнітного потоку перешкоди, цей потік буде наводити дві ЕРС перешкоди у двох секціях W_2 , які включено послідовно-зустрічно E_{2n} та $-E'_{2n}$. Сумарна дія цих похибок на вихідний сигнал гравіметра буде рівна нулю. Тобто, таке зустрічне з'єднання секцій

55 забезпечує скасування похибок від впливу зовнішніх електромагнітних потоків, які можуть бути значними при встановленні гравіметра на рухомому об'єкті.

Дія інструментальних похибок від впливу змін температури, вологості, тиску, моменту сил сухого тертя та ін. буде скасовуватись аналогічним чином за рахунок зустрічного з'єднання двох секцій W_2 .

60 Таким чином, запропонований трансформаторний гравіметр забезпечує суттєве підвищення точності вимірювання гравітаційного прискорення.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням на фіг. 2.

У трансформаторному гравіметрі, що пропонується, чутливий елемент складається із магнітопроводу 1, рухомого якоря 2, первинної обмотки 3 збудження та вторинної вихідної обмотки 4, яка має дві однакові секції. Дві секції вторинної обмотки 4 з'єднані послідовно-зустрічно. Рухомий якорь 2 з'єднано з двигуном 5, який з певним періодом опускає якорь 2 вниз та піднімає вверх по магнітопроводу 1. Двигуном 5 керує пристрій перемикачання 6, який підключено до джерела напруги керування. Вихідний сигнал з вторинної вихідної обмотки 4 подається на вхід пристрою 8 обчислення вихідного сигналу, на виході якого сигнал, що пропорційний подвоєному значенню гравітаційного прискорення та не має у своєму складі похибок від впливу вертикального прискорення літака, залишкових інструментальних похибок, залишкових похибок від проєкцій горизонтальних перехресних прискорень та похибок, спричинених впливом зовнішніх електромагнітних потоків.

Трансформаторний гравіметр працює наступним чином.

Під дією гравітаційного прискорення g_z , що діє вздовж осі чутливості гравіметра Oz , виникає сила тяжіння $G=mg_z$.

Обмотка збудження W_1 під'єднана до напруги U джерела живлення 7 і утворює електромагнітний потік збудження Φ_1 . Згідно з законом електромагнітної індукції, цей потік наводить дві ЕРС E_2 та $-E'_2$ в двох секціях обмотки W_2 .

Під дією сили тяжіння якорь 2 рухається всередині магнітопроводу 1 вниз і викликає зміну електромагнітного потоку Φ_1 та відповідно E_2 та $-E'_2$.

У середній точці (електромагнітної симетрії гравіметра) матимемо $E_2 = |-E'_2|$ вихідний сигнал $U_2=0$.

При зміщенні якоря 2 відносно точки симетрії вниз (фіг. 2) або вверх (фіг. 2, обведено пунктиром) $E_2 \neq |-E'_2|$, а вихідний сигнал гравіметра буде пропорційний:

$$U_2 = |E_2 - E'_2| \approx mg_z.$$

У корисну модель додатково введено пристрій-перемикач (ПП) 6, який живиться від джерела напруги керування 7, що через рівні інтервали часу в 1 с перемикає подачу вертикального руху якоря 2 вниз (фіг. 2) та вверх (фіг. 2, обведено пунктиром) через двигун 5.

При подачі від ПП 6 імпульсу руху вниз якоря 2, вихідний сигнал f_1 чутливого елемента подається у пристрій 8 обчислення вихідного сигналу. Через, наприклад, 1с подається імпульс руху вверх якорю 2 і до пристрою 8 обчислення вихідного сигналу надходить сигнал f_2 .

У пристрої обчислення вихідного сигналу 7 формується кінцевий вихідний сигнал:

$$f = f_1 + f_2 = g_z + \ddot{h} + \Delta i + \Delta w + g_z - \ddot{h} - \Delta i - \Delta w = 2g_z,$$

де $f_1 = g_z + \ddot{h} + \Delta i + \Delta w$ - вихідний сигнал при русі якоря 2 вниз;

$f_2 = g_z - \ddot{h} - \Delta i - \Delta w$ - вихідний сигнал при русі якоря 2 вверх;

\ddot{h} - вертикальне прискорення літака;

Δi - залишкові інструментальні похибки;

Δw - залишкові похибки від впливу проєкцій горизонтальних перехресних прискорень на вісь чутливості корисної моделі.

Тобто, у пристрої 8 обчислення вихідного сигналу гравіметра формується вихідний сигнал, який рівний подвоєному значенню $2g_z$. У сигналі відсутні такі похибки вимірювань, які спричинені впливом вертикального прискорення \ddot{h} , залишкові інструментальні похибки Δi та залишкові похибки від впливу горизонтальних перехресних прискорень Δw . Отже, точність корисної моделі буде значно вищою.

Джерела інформації:

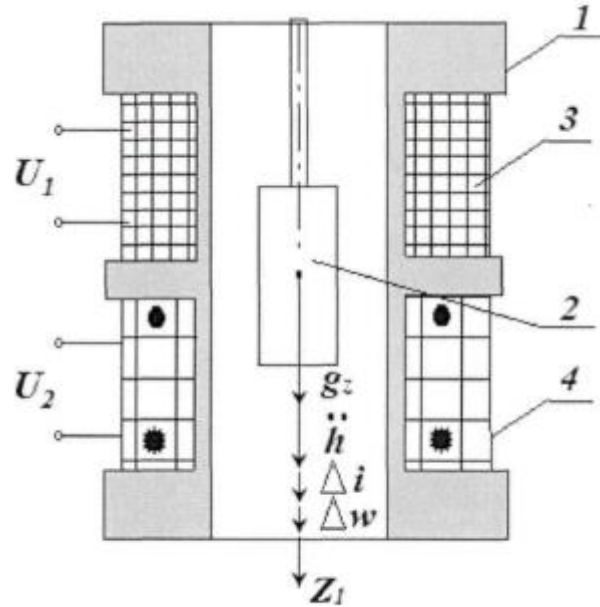
1. Безвесільна О.М. Перетворюючі пристрої приладів: підручник / О.М. Безвесільна, П.М. Таланчук. - К.: ІСДО, 1994. - 448 с.

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

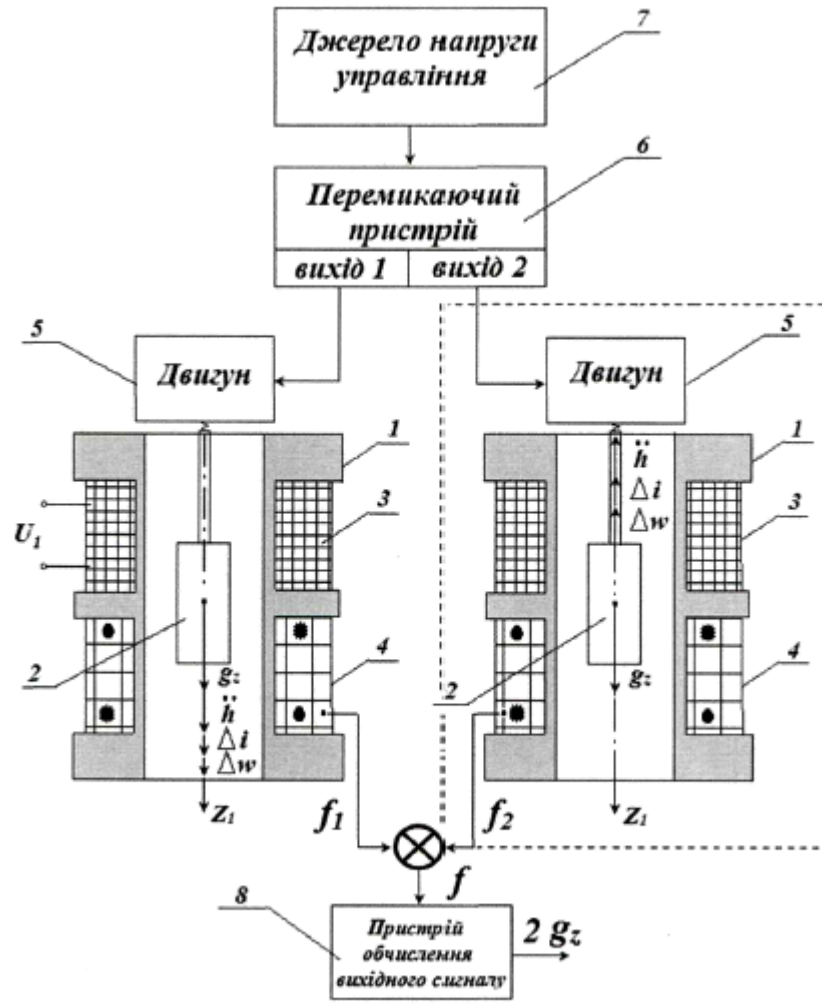
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Трансформаторний гравіметр, що містить чутливий елемент, який складається із магнітопроводу (1), рухомого якоря (2), первинної обмотки (3) збудження та вторинної вихідної обмотки (4), яка має дві однакові секції, який **відрізняється** тим, що дві секції вторинної обмотки (4) з'єднані послідовно-зустрічно, а рухомий якорь (2) з'єднано з двигуном (5), який з

певним періодом опускає яр (2) вниз та піднімає ввєрх по магнітопроводу (1), причому двигуном (5) керує пристрій перемикаччя (6), який підключено до джерела (7) напруги керування, а вихідний сигнал з вторинної вихідної обмотки (4) подається на вхід пристрою (8) обчислення вихідного сигналу, де генерується вихідний сигнал, що пропорційний подвоєному значенню гравітаційного прискорення.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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