

Винахід належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний для проведення гравіметричних вимірів на рухомій основі в геодезії, геології, ініціальних системах навігації.

Відомий гравіметр [1] на основі двостепеневого гіроскопа, який використовується в якості чутливого елементу (ЧЕ) гравіметра. Спільними суттєвими ознаками відомого гравіметра і гравіметра-винаходу є те, що вони містять двостепеневий гіроскоп і датчик моменту.

Проте, на відміну від гравіметра-винаходу, у відомому гравіметрі центр мас ротора двостепеневого гіроскопа розташований на осі його обертання. До складу відомого гравіметра входить датчик кутової швидкості повороту ротора двостепеневого гіроскопа відносно основи. В результаті, вихідною величиною цього гравіметра є кутова швидкість повороту ротора двостепеневого гіроскопа відносно основи. Тому відомий гравіметр потребує додаткових перетворюючих елементів для визначення прискорення сили тяжіння, які вносять додаткові похибки в результат вимірювань.

Крім того, у відомому гравіметрі відсутній пристрій обчислення і компенсації похибок вимірювань. Тому результат вимірювань, отриманий за допомогою цього гравіметра, містить великі похибки вимірювань. Ці похибки обумовлені нелінійними викривленнями траєкторії руху ЧЕ; нерівністю нулю показника загасання прецесійних коливань через дію на ЧЕ моментів типу в'язкого тертя; неізохронністю прецесійних коливань; неспівпадінням значення колової частоти прецесійних коливань, що використовується в алгоритмах оцінювання, зі значенням колової частоти 7 прецесійних коливань ЧЕ; завадами, що викривляють закон руху ЧЕ.

Таким чином, суттєвим недоліком відомого гравіметра є низька точність вимірювань.

Найбільш близьким за сукупністю суттєвих ознак до гравіметра-винаходу є гравіметр, побудований на основі двостепеневого динамічно-настроюваного гіроскопа (ДНГ), який використовується в якості ЧЕ гравіметру [2, стор.6]. Цей гравіметр обрано за прототип.

Спільними суттєвими ознаками гравіметра-прототипу і гравіметра-винаходу є те, що вони містять двостепеневий ДНГ, на корпусі якого встановлені датчик моменту і датчик кута повороту.

Проте, на відміну від гравіметра-винаходу, у гравіметрі-прототипі центр мас ротора двостепеневого ДНГ розташований на осі його обертання. Вихідною величиною гравіметра-прототипу є кутова швидкість повороту ротора двостепеневого ДНГ відносно основи. Тому гравіметр-прототип потребує додаткових перетворюючих елементів для визначення прискорення сили тяжіння, які вносять додаткові похибки в результат вимірювань.

Крім того, у гравіметрі-прототипі відсутній пристрій обчислення і компенсації похибок вимірювань. Тому результат вимірювань, отриманий за допомогою гравіметра-прототипу, містить великі похибки вимірювань. Ці похибки обумовлені нелінійними викривленнями траєкторії руху ротора ЧЕ; нерівністю нулю показника загасання прецесійних коливань через дію на ротор ЧЕ моментів типу в'язкого тертя; неізохронністю прецесійних коливань; неспівпадінням значення колової частоти прецесійних коливань, що використовується в алгоритмах оцінювання, зі значенням колової частоти прецесійних коливань ротора ЧЕ; завадами, що викривляють закон руху ротора ЧЕ.

Таким чином, суттєвим недоліком гравіметра-прототипу є низька точність вимірювань.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення гравіметра, щоб забезпечити підвищення точності вимірювань прискорення сили тяжіння.

Поставлена задача вирішується шляхом того, що центр мас ротора двостепеневого динамічно настроюваного гіроскопа зміщений у напрямку, перпендикулярному до осі його обертання, додатково введений пристрій обчислення і компенсації похибок вимірювань, обумовлених викривленням траєкторії руху ротора, нерівністю нулю показника загасання прецесійних коливань ротора та неізохронністю цих прецесійних коливань, неспівпадінням значення колової частоти прецесійних коливань, що використовується в алгоритмах оцінювання, зі значенням дійсної колової частоти прецесійних коливань ротора, причому вихід датчика кута повороту підключено до входу пристрою обчислення і компенсації похибок вимірювань.

Підвищення точності вимірювань в гравіметрі-винаході забезпечується за рахунок того, що центр мас ротора двостепеневого ДНГ зміщений в напрямку, перпендикулярному до осі його обертання і тому цей гравіметр виконує безпосереднє вимірювання прискорення сили тяжіння.

Оскільки в гравіметрі-винаході виконується безпосереднє вимірювання прискорення сили тяжіння, то в ньому відсутні похибки, пов'язані з додатковими перетвореннями вимірювального сигналу.

Завдяки безпосередньому вимірюванню прискорення сили тяжіння з'являється можливість введення до складу гравіметра-винаходу пристрою обчислення і компенсації похибок. Цей пристрій виконує обчислення і компенсацію складових частин похибок вимірювань, що виникають через: нелінійні викривлення траєкторії руху ротора ЧЕ гравіметра, нерівність нулю показника загасання прецесійних коливань через дію на ротор ЧЕ моментів типу в'язкого тертя; неізохронністю прецесійних коливань; неспівпадіння значення колової частоти прецесійних коливань, що використовується в алгоритмах оцінювання, зі значенням колової частоти прецесійних коливань ротора ЧЕ; завади, що викривляють закон руху ротора ЧЕ.

Таким чином, у вихідному сигналі гравіметра-винаходу повністю компенсується вплив ряду похибок вимірювань. Якщо ці похибки не компенсувати запропонованим способом, то вони по величині можуть дорівнювати значенню корисного сигналу, тобто бути неприпустимо великими. Компенсація впливу похибок дозволяє суттєво підвищити точність вимірювань прискорення сили тяжіння.

Суть винаходу пояснюється кресленням, на якому зображено структурну схему гравіметра.

Гравіметр містить двостепеневий ДНГ 1 з ротором 2, на корпусі якого встановлені датчик 4 моменту і датчик 3 кута повороту, та пристрій 5 обчислення і компенсації похибок вимірювань. Вихід датчика 3 кута повороту підключено до входу пристрою 5 обчислення і компенсації похибок вимірювань. Центр мас С ротора 2 зміщений в напрямку, перпендикулярному до осі його обертання на величину  $l$ .

Гравіметр працює таким чином.

За допомогою приводного двигуна (на кресленні не показаний) ротор 2 обертається з постійною кутовою швидкістю  $\gamma$ . При відсутності зовнішніх впливів ротор 2 обертається в горизонтальній площині. При наявності прискорення сили тяжіння уздовж його осі обертання ротор 2 почне відхилятися. В результаті отримуємо

сигнал на виході датчика 3 кута повороту, який поступає на вхід пристрою 5. Пристрій 5 виконує обчислення і компенсацію похибок вимірювань. Датчик 4 моменту використовується для організації компенсаційного методу вимірювань на основі ДНГ. Виходом гравіметра є вихід пристрою 5 обчислення і компенсації похибок вимірювань.

Результати вимірювань прискорення сили тяжіння містять похибки  $\Delta R_i$ , обумовлені дією на гравіметр таких факторів:

1.  $\Delta R_1$  - нелінійні викривлення траєкторії руху ротора 2;
2.  $\Delta R_2$  - нерівність нулю показника згасання прецесійних коливань ротора 2 через дію на гіроскоп моментів типу в'язкого тертя;
3.  $\Delta R_3$  - неізохронність прецесійних коливань ротора 2;
4.  $\Delta R_4$  - неспівпадання значення колової частоти прецесійних коливань, що використовується в алгоритмах оцінювання, зі значенням колової частоти прецесійних коливань ротора 2;
5.  $\Delta R_5$  - завади, що викривляють закон руху ротора 2.

Компенсація похибок вимірювань прискорення сили тяжіння виконується шляхом їх виключення за відомою формулою [3]:

$$g = R - \sum_i \Delta R_i$$

де  $g$  — вихідний сигнал гравіметра після компенсації похибок;

$R$  - вихідний сигнал датчика 3 кута повороту, пропорційний прискоренню сили тяжіння;

Розрахунок похибок вимірювань в пристрої 5 виконується на основі підходів, викладених в [4].

Таким чином, у вихідному сигналі гравіметра-винаходу повністю компенсується вплив ряду похибок вимірювань, що дозволяє суттєво підвищити точність вимірювань прискорення сили тяжіння.

При проведенні випробувань для реалізації запропонованого винаходу використовувалися такі апаратні засоби:

1. Двостепеневий ДНГ, що серійно виготовляється у ВАТ "НВК Київський завод автоматики ім. Г.І. Петровського", м. Київ).

2. Пристрій обчислення і компенсації похибок вимірювань - бортова обчислювальна машина літака АН-124.

У вказаного двостепеневого ДНГ центр має ротора розташований на осі його обертання. Тому було виконано доробку цього двостепеневого ДНГ шляхом закріплення на його роторі додаткового тягаря, місце розташування якого зміщено в напрямку, перпендикулярному до осі обертання ротора.

В результаті проведених випробувань визначено, що гравіметр-винахід забезпечує підвищення точності вимірювань прискорення сили тяжіння до 10 разів у порівнянні з гравіметром-прототипом.

Література:

1. Авторське свідоцтво №317021, клас G01V7/00. - "Бюлетень винаходів". - 1971. - №30.
2. Одинцов А.А. Динамически настраиваемые гироскопы: Учебное пособие. - К.: КПИ, 1982. - 68 с.
3. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / За редакцією Е.С. Поліщука. - Львів: Бескид Біт, 2003. - 544 с
4. Безвесільна О. Автокомпенсація похибок гіроскопічного гравіметра // Proceedings of the International Scientific Conference "Mechanics 2004". - Rzeszow (Poland): Rzeszow University of Technology, 2004.-P. 21-28.

