

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДВОКАНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО ГРАВИМЕТРА

Більшість сучасних систем збору інформації з широким динамічним діапазоном використовує різні методи нормалізації рівня вихідного сигналу для подальшої його обробки на аналого-цифровим перетворювачем (АЦП). Підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння двоканального гравіметра забезпечується за рахунок створення другого каналу вимірювання з формуванням вихідного сигналу на базі диференційного підсилювача. Попередньо запропонована схема формування вихідного сигналу на базі операційного підсилювача DA 1 (рис. 1). П'єзоелементи першого та другого каналів вимірювання є ідентичними та прикріплені до верху та низу герметичного корпусу гравіметра відповідно. Інерційна маса через пружину прикріплена до низу п'єзопластин першого каналу та через таку ж пружину прикріплена до верху п'єзопластин п'єзоелемента другого каналу. П'єзоелемент першого каналу працює на основі деформації розтягу, а п'єзоелемент другого каналу – на основі деформації стиснення. Вихідні електричні сигнали п'єзопластин обох каналів надходять на вхід вимірювального підсилювача DA1.

До недоліку такого схмотехнічного рішення можна віднести різні вхідні опори операційного підсилювача DA1, що негативно скажется на формуванні вихідного сигналу.

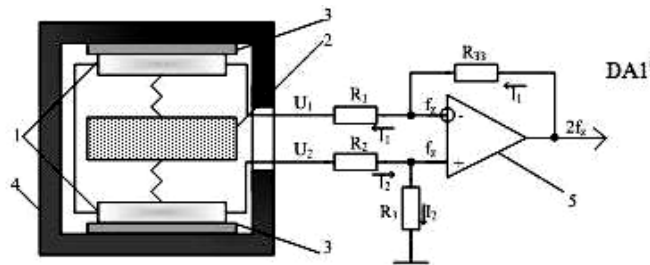


Рис 1. Конструктивне та схмотехнічне рішення ДПГ: 1 – п'єзоелементи; 2 – інерційна маса; 3 – ізолятор; 4 – корпус; 5 – диференційний підсилювач

Вдосконалення вимірювального підсилювача для формування вихідного сигналу здійснюється на базі диференційного підсилювача з використанням буферних каскадів для більш ідеального узгодження високоімпедансних вихідних ємнісних опорів п'єзоелементів з базовим диференційним підсилювачем. Таким чином підвищити точність вимірювання прискорення сили тяжіння. Пропануємо вдосконалити вимірювальний підсилювач DA1 (рис. 1) і зібрати його на трьох операційних підсилювачах.

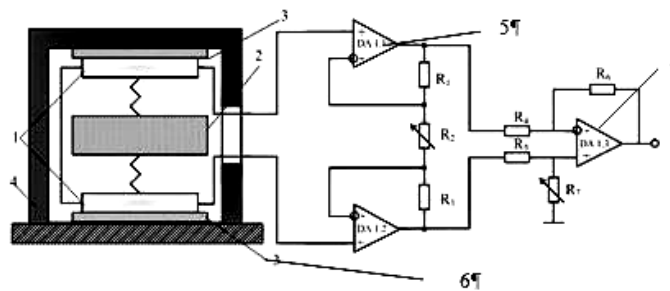


Рис 2. Конструктивне та схмотехнічне рішення вдосконаленого ДПГ: 1 – п'єзоелементи; 2 – інерційна маса; 3 – ізолятор; 4 – корпус; 5, 6 – буферні каскади; 6 – диференційний підсилювач

Застосування буферних каскадів DA1.1, DA1.2 (рис. 2). Дозволить зробити ідеальне узгодження високоімпедансних вихідних ємнісних опорів п'єзоелементів з базовим диференційним підсилювачем DA1.3. Це у свою чергу покращить точнісну характеристику підсилювача.

Операційний підсилювач DA1.3 зі своїми чотирма навісними резисторами, що мають рівні опори R , утворює диференційний підсилювач з коефіцієнтом підсилення, рівним 1.

У даній схемі повинні бути узгоджені тільки резистори, з'єднані з DA 1.3. Резистор попередньої регулювання схеми $R2$ можна виконати у вигляді змінного резистора, щоб збалансувати будь яку синфазну напругу. Коефіцієнт підсилення k задається всього одним резистором $R2$ у залежності за виразом:

$$\frac{U_{вих}}{U_1 - U_2} = 1 + \frac{2}{a},$$

де $a = R1/R2$.

Вихідна напруга не залежить від синфазної напруги, а залежить тільки від різниці вхідних напруг. Якщо на вході підсилювача будуть діяти синфазні сигнали негативних збурень, то їх результуюча на виході підсилювача буде дорівнювати 0. Це допоможе із складного виміряного сигналу виділити необхідний для подальшої обробки. Результуючий корисний електричний сигнал буде пропорційним сигналу прискорення сили тяжіння. Зворотній зв'язок обов'язково повинен бути негативним, тому що тільки у цьому випадку система може прийти до стану стійкої рівноваги. Фактично через зворотній зв'язок напруга на інвертуючому вході підтягується до напруги на неінвертуючому вході. На напругу на неінвертуючому вході зворотний зв'язок не впливає. Для здійснення процесу додавання двох сигналів необхідно з'єднати виходи п'єзопластин таким чином, що одна з напруг буде від'ємною інша додатною. У такому випадку механізм формування вихідного сигналу математично описується наступним виразом:

$$U_o = f_z = (U_2 - U_1) \cdot \left(1 + \frac{2}{a}\right). \quad (1)$$

Якщо напруга U_1 від'ємна, то формула набуває вигляду:

$$U_o = f_z = (U_2 + U_1) \cdot \left(1 + \frac{2}{a}\right) = (2U_1) \cdot \left(1 + \frac{2}{a}\right). \quad (2)$$

Вихідний сигнал операційного підсилювача DA1.3 подається на аналого-цифровий перетворювач, де перетворюється у цифровий та надходить до бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ). На вхід БЦОМ, куди подається вихідний сигнал гравіметра, також подаються вихідні сигнали від системи визначення навігаційних параметрів та вимірювача висоти. БЦОМ на основі отриманих даних обчислює аномалії Δg прискорення сили тяжіння за формулою:

$$\Delta g = f_z + E + A - \gamma_0, \quad (3)$$

де f_z - вихідний сигнал гравіметра 3; E - поправка Етвеша; A - поправка за висоту; γ_0 - довідкове значення прискорення сили тяжіння.

Отже, завдяки використанню додатково введеного другого каналу вимірювання та вдосконалення первинного перетворювача, забезпечується:

- відсутність у вихідному сигналі гравіметра сигналів похибок від залишкової неідентичності конструкцій однакових п'єзопластин та мас;
- від впливу зміни температури;
- вологості та тиску зовнішнього середовища (тобто інструментальних похибок), які можуть бути значними;
- усунення впливу вертикального прискорення літака на покази гравіметра одразу двома способами;
- синфазні сигнали негативних збурень.

Використання операційного підсилювача та аналогово-цифрового перетворювача реалізують додавання та підсилення вихідних аналогових сигналів обох каналів гравіметра та перетворювання їх у цифровий код відповідно. У БЦОМ буде визначатись значення аномалій прискорення сили тяжіння враховуючи поправку на вплив похибки від переносної (відносно гравіметра) кутової швидкості.