

*Безвесільна О.М., д-р.техн.наук, проф., професор кафедри  
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,  
Ткачук А.Г., канд. техн. наук, завідувач кафедри  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

### ТРИКООРДИНАТНИЙ Авіаційний Гравіметр

Дослідження гравітаційного прискорення  $g$  та його аномалії  $\Delta g$  необхідні у геодезії, геофізиці, геодинаміці, океанології. Інформацію про гравітаційне поле Землі використовують, авіаційній і космічній техніці (корекція систем інерціальної навігації ракет, літаків, орбіт космічних літальних апаратів), для дослідження геодинамічних явищ, реалізації завдань інженерної геології, картографії тощо.

На літальних апаратах вимірюють  $\Delta g$  у важкодоступних районах Землі зі швидкістю, значно більшою, ніж швидкість наземних та морських вимірювань. З цією метою використовують авіаційні гравіметричні системи, чутливим елементом (ЧЕ) яких є гравіметр.

Існує багато видів гравіметрів авіаційних гравіметричних систем, принцип роботи яких ґрунтується на різних фізичних явищах. Одними із найточніших гравіметрів є п'єзоелектричні (ПГ).

На кафедрах приладобудування КПІ ім. Ігоря Сікорського та автоматизації і комп'ютерних технологій Житомирської політехніки ведуться розробки нових типів ПГ.

Серед них – одно канальні, двоканальні та трикоординатні п'єзо гравіметри (ПГ), які можуть бути використані у складі авіаційної гравіметричної системи, як чутливі елементи для вимірювання прискорення сили тяжіння.

Сьогодні існуючі гравіметри вимірюють прискорення сили тяжіння  $g_z$  вздовж вертикальної осі  $Oz$ , при чому складові прискорення сили тяжіння  $g_x$  та  $g_y$  вздовж осей  $Ox$  і  $Oy$  прирівнюються до нуля через їх малість. Однак, для досягнення точності вимірювання прискорення сили тяжіння, вищої за 1 мГал, вищезгадані складові прискорення сили тяжіння необхідно обов'язково враховувати. Наприклад, якщо  $g_x = g_y = 0,9$  мГал, тоді модуль цих прискорень буде рівним:

$$|g_{xy}| = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} = \sqrt{2 \cdot 0,9^2} = 1,27 \text{ мГал.}$$

Тобто, неврахування  $g_x$  та  $g_y$  спричиняє появу великої похибки в 1,27 мГал, що є неприпустимим.

Метою даної роботи є розробка нового трикоординатного п'єзо гравіметра, який має точність вищу, аніж у відомих аналогів.

Підвищення точності вимірювання у трикоординатному ПГ забезпечується за рахунок того, що по кожній осі вимірювання  $Oz$ ,  $Ox$  і  $Oy$  прискорення сили тяжіння встановлено ЧЕ  $A_z$ ,  $A_x$ ,  $A_y$ , виконані з двома каналами, в кожному з яких встановлено по одному п'єзо елементу (ПЕ), що є ідентичними.

Інерційні маси прикріплені до низу п'єзо пластин ПЕ одного каналу та до верху п'єзо пластин ПЕ другого каналу.

ПЕ першого каналу кожного ЧЕ (працює на основі деформації розтягу, а ПЕ другого каналу – на основі деформації стиснення).

П'єзо пластини усіх ЧЕ мають частоту власних коливань, яка дорівнює частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу ПСТ та сигналу основної завади вертикального прискорення літака.

Вихідні електричні сигнали п'єзо пластин обох каналів усіх ЧЕ надходять на входи операційних підсилювачів, що, окрім підсилення виконують і функцію сумування сигналів, звідки – на входи БЦОМ.

У БЦОМ будуть проводитись необхідні розрахунки для визначення значення повного вектора  $\vec{g}$  та модуля  $|g|$  прискорення сили тяжіння.

Отже, завдяки використанню трьох ЧЕ  $A_z$ ,  $A_x$ ,  $A_y$  можна вимірювати повний вектор ПСТ  $\vec{g}$ :

$$\vec{g} = \vec{g}_x + \vec{g}_y + \vec{g}_z,$$

а не лише одну його складову  $g_z$ , як у одно каналному ПГ.

Трикоординатний вимірювач забезпечує вимірювання повного модулю прискорення сили тяжіння, а не однієї його складової, як у одно каналному ПГ:

$$|g| = \sqrt{g_x^2 + g_y^2 + g_z^2}.$$

Відбувається усунення впливу вертикального прискорення літака на покази гравіметра одразу двома способами:

1 – за рахунок встановлення частоти власних коливань трьох п'єзоелементів гравіметра  $A_z$ ,  $A_x$ ,  $A_y$ , рівними частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та сигналу основної завади вертикального прискорення літака;

2 – завдяки використанню у трьох ПЕ  $A_z$ ,  $A_x$ ,  $A_y$  додатково введеного каналу вимірювання.

Таким чином, запропонований три координатний п'єзогравіметр авіаційної гравіметричної системи забезпечує суттєве підвищення точності вимірювання прискорення сили тяжіння.