

## **СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ГРАВІМЕТРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ**

Вивчення гравітаційного поля Землі – цікава та швидко розвиваюча область геодезії, геофізики та геодинаміки. Успіхи теоретичних розділів геодезії та геофізики, удосконалення методів вивчення гравітаційного поля Землі та обробка вимірювань, нові види гравіметричної апаратури призвели до різкого підвищення точності гравіметричних даних та значно розширили області практичного застосування гравіметрії. На сьогоднішній день інформація про гравітаційне поле Землі необхідна в авіаційній і космічній техніці (корекція систем інерціальної навігації ракет, літаків, орбіт космічних літальних апаратів), для дослідження геодинамічних явищ, для реалізації цілей інженерної геології, археології, прогнозу землетрусів і т.д. Гравіметричні вимірювання проводили на нерухомій основі, на підводному човні, на надводному судні і на літальному апараті (ЛА). Наземні вимірювання забезпечують найбільш високу точність (0.01 мГал). Однак, важкодоступні райони полюсів, екватора, океанів для таких вимірювань недоступні. Морські вимірювання мають точність меншу, ніж наземні вимірювання (0.1 - 0.5 мГал). Однак, морські вимірювання неможливі у гірських районах і у віддалених районах океанів. Вимірювання на ЛА дозволяють здійснювати вимірювання прискорення сили тяжіння у важкодоступних районах земної кулі, зі швидкістю значно більшою, ніж наземні. Тому проведення високоточних авіаційних вимірювань є актуальним. Для цих цілей використовують авіаційні гравіметричні системи (АГС), чутливим елементом яких є гравіметр.

Відомі та найбільш застосовні на сьогоднішній день наступні гравіметри: “ГІ 1/1”, “Чекан–АМ”, “Гравитон-М”, “LaCoste & Romberg (L-R-S)”, “ГРИН-2000”. Реально досяжна точність перерахованих авіаційних гравіметрів складає (3,0 – 10,0) мГал. Сьогодні така точність є недостатньою. Також ці гравіметри вимірюють разом із прискоренням сили тяжіння вертикальне прискорення, що вимагає застосування додаткових фільтрів.

У НТУУ “КПІ” розроблено та досліджено автоматизовані гіроскопічні та п'єзоелектричні гравіметри. Їх точність складає 2 мГал та 1 мГал відповідно. Як бачимо, п'єзоелектричний гравіметр (ПГ) є одним із найточніших гравіметрів на сьогодні. Чутливий елемент ПГ є одноканалним і виконано у вигляді п'єзопластин. Частота власних коливань чутливого елемента дорівнює 0,1 рад/с. При цьому п'єзопластини ПГ виконують функції чутливого елемента та фільтра низьких частот одночасно, відокремлюючи корисний сигнал прискорення сили тяжіння від високочастотних завад (в основному це вертикальне прискорення ЛА). Однак, конструкція нового ПГ не передбачає компенсацію інструментальних похибок від впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища, які є значними в екстремальних умовах, якими характеризуються гравіметричні вимірювання на ЛА.

Тому запропоновано для компенсації інструментальних похибок зробити існуючий ПГ двоканальним. Для цього чутливий елемент виконано з двома каналами, в кожному з яких встановлено по одному п'єзоелементу. П'єзоелементи обох каналів є ідентичними і виконані у вигляді п'єзопластин та інерційної маси, що закріплені одне на одному. П'єзоелемент одного каналу розташовано п'єзопластинами вниз, а п'єзоелемент іншого каналу розташовано п'єзопластинами вгору. Виходи п'єзопластин обох каналів з'єднані з входами суматора, вихід якого з'єднаний із входом пристрою обчислення вихідного сигналу гравіметра. На п'єзоелементи обох каналів діє прискорення сили тяжіння, вертикальне прискорення ЛА та зазначені вище інструментальні похибки. Якщо спроектувати всі ці впливи на вимірювальну вісь ПГ та врахувати те, що п'єзоелемент одного каналу працює на стиснення, а п'єзоелемент іншого каналу – на розтяг, то отримаємо на виході сигнал, рівний подвоєному значенню прискорення сили тяжіння. У цьому сигналі повністю відсутні такі похибки вимірювань, які спричинені впливом вертикального прискорення та інструментальних похибок.

Отже, встановлено, що шляхом підбору конструктивних параметрів чутливого елемента ПГ можна встановити його власну частоту 0.1 рад/с і уникнути необхідності використовувати фільтр низьких частот у складі автоматизованої АГС. Проаналізовано перспективи подальшого підвищення точності нового п'єзоелектричного гравіметра шляхом реалізації процесу компенсації інструментальних похибок від впливу зміни температури, вологості та тиску зовнішнього середовища, які є значними в екстремальних умовах, якими характеризуються гравіметричні вимірювання на ЛА.