

## ГРАВІМЕТР АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ НОВОГО ТИПУ

Сьогодні інформація щодо гравітаційних аномалій  $\Delta g$  Землі або гравітаційного прискорення  $g$  необхідна для багатьох галузей науки і техніки: геології – для розвідки корисних копалин (для України – це особливо актуально під час розвідки покладів енергоносіїв – нафти та газу); геодезії – для прогнозування землетрусів, цунамі та інших природних катаклізмів; аерокосмічного комплексу – для корекції інерціальних навігаційних систем (ІНС); картографії – для вимірювань форми Землі тощо.

Для вимірювання  $\Delta g$  або  $g$  у важкодоступних регіонах Землі (гірські масиви, моря, океани) використовується авіаційна гравіметрична система. Основним елементом АГС є гравіметр.

На даний момент відомі декілька типів гравіметрів, що використовуються у авіаційних гравіметричних системах. Це, зокрема, кварцові сильнодемпфовані гравіметри, струнні гравіметри та гіроскопічні гравіметри.

Кварцові сильнодемпфовані гравіметри показали добрі результати при морських гравіметричних зйомках, коли час усереднення є досить великим і відлік можна здійснювати після досягнення маятником положення статичної рівноваги.

Кварцовий сильнодемпфований гравіметр відіграє роль фільтра, який пропускає корисні низькочастотні сигнали прискорення сили тяжіння і приглушує високочастотний сигнал перешкоди. Проте для літакових вимірювань швидкодія кварцового гравіметра є недостатньою (з сильнодемпфованим гравіметром можна досягти швидкого відліку, якщо не чекати повної зупинки маятника і реєструвати як миттєве положення, так і швидкість його переміщення, яка вимірюється з великими похибками). Точність кварцового сильнодемпфованого гравіметра 5–8 мГл.

Струнні гравіметри є набагато зручнішими з огляду на швидку і точну цифрову реєстрацію прискорень на літаку. Перевагами є малість сталої часу, що важливо при вимірюваннях прискорення сили тяжіння на літаку; майже необмежений діапазон вимірювання вхідних величин без перебудови приладу; частотно-модульований вихідний сигнал.

Однак струнні гравіметри мають і недоліки: за умов літакових вібрацій можуть виникати великі систематичні похибки; при деяких частотах вібрацій спостерігають невраховані відхилення, пов'язані з резонансами окремих елементів струнних гравіметрів; динамічний температурний коефіцієнт, зумовлений вертикальними конвекційними потоками, що виникають у рідині внаслідок зміни температури, досить високий; прилади піддаються барометричному ефекту – явищу, пов'язаному з деформаціями стінок трубки з демпфуючою рідиною під дією атмосферного тиску. Точність струнного гравіметра 5–8 мГл.

Гіроскопічні гравіметри, побудовані за принципом гіроскопічного інтегратора лінійних прискорень, є більш перспективними для використання в авіаційних гравіметричних системах, ніж сильнодемпфовані та струнні гравіметри.

Стабільність показників гравіметра типу гіроскопічного інтегратора лінійних прискорень визначається сталістю кінетичного моменту ротора гіроскопа, яка, у свою чергу, визначається стабільністю частоти напруги живлення. Забезпечити сталість кінетичного моменту не так складно, як стабільність інших параметрів, що визначають стабільність роботи згаданих вище типів гравіметрів. Проте, незважаючи на свої переваги, гірогравіметри мають і певні недоліки. Вони потребують застосування пристроїв для вимірювання кутової швидкості повороту гіроскопа, які відрізняються малими габаритними розмірами, невеликим моментом зворотної дії, низьким порогом чутливості, великим діапазоном вимірюваних швидкостей. Це призводить до подорожчання приладу і зниження його надійності. Крім того, для визначення напряму гравітаційної вертикалі потрібна дуже точна стилізація осі чутливості приладу. Обертання гіроскопа навколо осі зовнішньої рамки зумовлює появу різного роду збурюючих моментів, що також знижують точність приладу. Тому точність гіроскопічних приладів складає 3 мГл.

Гравіметрам, описаним вище, притаманні як переваги, так і недоліки. Основними з них є:

- 1) невисока точність вимірювань (3–10 мГл);
- 2) необхідність використання складних процедур фільтрації вихідного сигналу, що надходить з гравіметра авіаційної гравіметричної системи;
- 3) складність або неможливість визначення значення статичного передатного коефіцієнта АГС та його нестабільність, спричинена змінами характеристик конструктивних елементів;
- 4) невисока швидкість обробки інформації та тощо.

Вказані недоліки можна подолати, якщо як гравіметр авіаційної гравіметричної системи застосовувати ємнісний гравіметр. Доцільність дослідження даного типу гравіметра пояснюється тим, що на сьогоднішній день ємнісні акселерометри (різновидом яких є ємнісний гравіметр) є найбільш чутливими і мають найменші масогабаритні параметри. Ці пристрої конструюються для використання у різних умовах

(перевантаження до 30 g, діапазон температур від -40 до +75 °С; тиск повітря від 650 до 800 мм рт. ст.).  
Умови використання на літаку є значно простішими.

Проведено аналіз сучасного стану гравіметрів, що використовуються у відомих авіаційних гравіметричних системах і виявлено їх основні недоліки. На основі проведеного аналізу визначено сучасні вимоги до точності гравіметрів авіаційної гравіметричної системи – сумарна похибка не має перевищувати 1 мГл. Запропоновано гравіметр нового типу – ємнісний, що дозволяє подолати наведені вище недоліки і відповідає сучасним вимогам до точності. Для авіаційної гравіметричної системи, що працює з використанням ємнісного гравіметра як чутливий елемент, визначено умови, за яких вона має працювати.

