

## ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЄМНІСНОГО ГРАВИМЕТРА

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 тощо. Для визначення характеристик гравітаційного поля Землі (прискорення сили тяжіння (ПСТ) та його аномалій) можна побудувати авіаційну гравіметричну систему (АГС), чутливим елементом якої є гравіметр. За допомогою АГС можна здобути гравіметричну інформацію у важкодоступних районах земної кулі набагато швидше та з меншими витратами, ніж за допомогою наземних морських або сухопутних гравіметричних засобів. Тому дослідження та розробка нових авіаційних гравіметричних систем є актуальними.

Вимірювання ПСТ за допомогою існуючих сьогодні гравіметрів проводили, в основному, маятниковим способом. Даний спосіб вимірювання полягає у вивченні залежності періоду коливань математичного маятника від величини поля сили тяжіння. Абсолютні маятникові вимірювання досить трудомісткі. Одне вимірювання може проводитися протягом доби. На результати маятникових спостережень істотно впливають похибки вимірювання довжини маятника і часу.

Сьогодні найперспективнішими є п'єзоелектричні, гіроскопічні та ємнісні гравіметри. Використання саме ємнісних гравіметрів як чутливих елементів АГС дає значні переваги порівняно з існуючими типами гравіметрів: вища точність (1 мГал) та швидкодія, малі масогабаритні характеристики.

Ємнісний гравіметр (рис. 1) складається з двох пластин: стаціонарної, з'єднаної із корпусом, і вільно переміщуваної всередині корпусу, до якого приєднана інерційна маса. Ці пластини формують конденсатор, величина ємності якого залежить від відстані між ними і від ПСТ. Максимальне переміщення, яке визначається ємнісним гравіметром, не перевищує 20 мкм. Отже, в таких гравіметрах необхідно компенсувати дрейф різних параметрів, а також пригнічувати всі можливі перешкоди. Також ємнісні гравіметри мають диференціальну структуру, для чого в їх склад вводиться додатковий конденсатор, ємність якого має бути близькою до ємності основного конденсатора. При цьому, напруги на конденсатори подаються із зміщенням фаз  $180^\circ$ . Тоді величина ПСТ буде пропорційна різниці значень ємностей конденсаторів. Диференціальна структура дозволяє збільшити амплітуду і поліпшити лінійність сигналу, оскільки залежність ємності від переміщення є нелінійною.

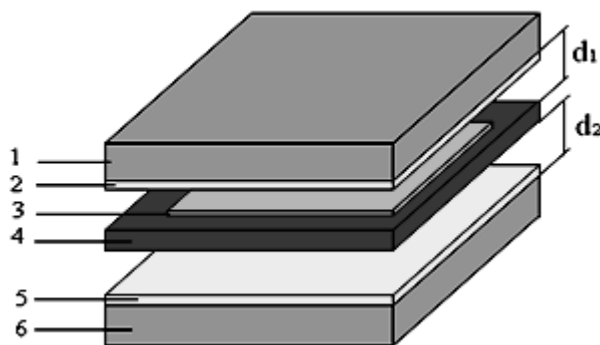
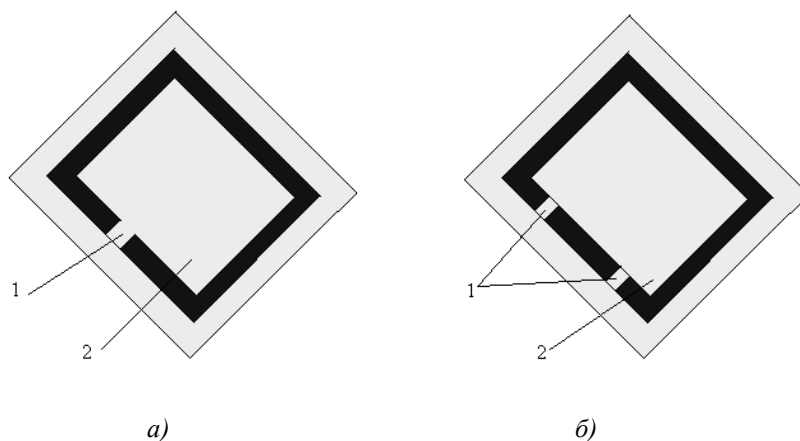


Рис. 1. Конструкція ємнісного гравіметра: 1, 6 – нерухомі обкладки;  
2, 5 – діелектрики; 3 – інерційна маса; 4 – рухома обкладка

На рисунку 1 показано поперечний переріз ємнісного гравіметра, в якому інерційна маса (ІМ) розміщена між верхньою нерухомою та нижньою обкладками. Інерційна маса прикріплена до рухомої обкладки. Верхня нерухома та нижня обкладки відділені від інерційної маси шарами діелектрика,  $d_1$  та  $d_2$  – змінні відстані між обкладками. Всі елементи виготовленні методами мікротехнологій на одній кремнієвій підкладці.

Існує багато методів закріплення ІМ на рухомій обкладці ємнісного гравіметра. Розглянемо два основні конструктивні види закріплення ІМ: консольна конструкція та мостова (рис. 2).



*Рис. 2. Консольна конструкція: 1 – балка; 2 – ІМ:  
 а) закріплення ІМ з однією балкою;  
 б) закріплення ІМ з двома балками*

Матеріал, що використовується для виготовлення обкладок гравіметра повинен задовольняти наступні вимоги:

- мати низький електричний опір обкладок, особливо для високочастотних конденсаторів;
- температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) близьким до ТКЛР підкладки і діелектрика;
- володіти низькою міграційною рухомістю атомів, високою корозійною стійкістю.

Отже перевагами досліджуваного ємнісного гравіметра є:

- простота конструкції;
- висока надійність;
- точність вимірювання ПСТ;
- низька ціна матеріалів для виготовлення приладу;
- мала споживана потужність.

Запропоновано використовувати ємнісний гравіметр автоматизованої АГС для вимірювання ПСТ, який має значні переваги над існуючими сьогодні гравіметрами АГС. Надано опис основних складових елементів ємнісного гравіметра, викладено принцип його роботи.