

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНИХ БАЛІСТИЧНИХ ГРАВІМЕТРІВ

Однією з глобальних проблем сучасної науки є дослідження теоретичних основ вивчення сили тяжіння, її аномалій і практичного застосування отриманих результатів у таких галузях, як пошук корисних копалин, розширення знань про внутрішню будову Землі, побудова моделей глибинних неоднорідностей за локальними аномаліями сили тяжіння.

Основними приладами, що застосовується для абсолютних вимірювань сили тяжіння, є гравіметри, які базуються на балістичному методі. Балістичний метод передбачає вимірювання відрізків шляху, пройденого вільнопадаючим тілом відповідно до закону руху з прискоренням.

Створення досконалих вимірювачів переміщень, для балістичних гравіметрів, стало можливим після винаходу лазерів, які мають високу монохроматичність та когерентність. Застосування лазерів дозволяє реалізувати спосіб визначення порядку інтерференції методом динамічного підрахунку інтерференційних смуг.

Таким чином, широке впровадження у вимірювальну техніку лазерів та фотоелектричних перетворювачів, які модулюють світловий потік в електричні сигнали дозволило створити цілий ряд конструкцій лазерних вимірювачів переміщень. Основними перевагами яких є:

- підвищення точності вимірювань;
- скорочення часу вимірювань;
- автоматизація вимірювального процесу;
- зниження рівня підготовки обслуговуючого персоналу.

Проведено огляд існуючих конструкцій балістичних гравіметрів та встановлено, що всі абсолютні лазерні балістичні гравіметри мають обов'язкові елементи:

- тестова маса (пробна маса) – тіло, на якому розташований також кутовий рефлектор і яке призначене для запуску у вільне падіння;
- відносна маса (референтна, опорна маса) – тіло, на якому розташований також кутовий рефлектор і яке закріплене у віброізолюючому пристрої;
- віброізолюючий пристрій (сейсмоізолююча система) – конструкція, що поєднує пружинний маятник і активну систему корекції, призначену для виключення впливу сейсмічних коливань на результат вимірювань;
- лазер (еталон довжини хвилі світла) – активний пристрій, що слугує джерелом когерентного поляризованого випромінювання для інтерферометра;
- лазерний інтерферометр (на основі інтерферометра Майкельсона) – пристрій, призначений для створення інтерференційної картини шляхом поєднання двох променів: перший – відбитий послідовно від рефлектора тестової маси і рефлектора відносної маси; другий – є частиною випромінювання безпосередньо від лазерного джерела. Зміна інтерференційної картини відбувається з частотою Доплера;
- фотодетектор (лавинний фотодіод) – призначений для перетворення зміни освітленості інтерференційної картини в електричний сигнал;
- контролер (автоматизована система проведення вимірювань та збору даних) – призначена для реалізації процесу вимірювань в автоматизованому режимі;
- вакуумна камера (камера запусків) – призначена для здійснення пусків тестової маси зі зменшеним впливом повітряного опору на падаючий елемент;
- каретка – пристрій, призначений для доправлення тестової маси у вихідну точку і пуску тестової маси у вільне падіння (у приладах несиметричного типу), або для запуску вгору тестової маси з наступним її захватом для доправлення у вихідну точку (для приладів симетричного типу);
- повітряно-вакуумний інтерфейс – паразитний інтерфейс між вакуумною камерою та іншими пристроями, призначений для передачі лазерних променів від інтерферометра до падаючої тестової маси і відбитих променів у зворотному напрямку до інтерферометра.

Аналіз конструктивних особливостей сучасних лазерних балістичних гравіметрів дозволяє визначити можливі джерела шумів:

- флуктуації частоти та некогерентність лазерного випромінювання;
- фазові похибки через наявність повітряно-вакуумного інтерфейсу;
- власні шуми фотодетектора (теплові шуми);
- електромагнітні та вібраційні шуми від приводів кареток та кулачкових механізмів;
- обмежені стабілізуючі властивості сейсмоізолюючої системи (вплив низькочастотних вібрацій земної поверхні);
- нестабільність рубідієвого генератора часових імпульсів;

- шуми каналу передачі сигналів від приладу до обчислювальної системи;
- обертання тестового тіла навколо свого центру мас під час вільного падіння;
- впливи навколишнього середовища: температура, тиск рельєф, вологість, індустриальні шуми, земні припливи, рівень ґрунтових вод.

Визначено основні напрямки, яких необхідно дотримуватися під час проведення науково-дослідницької роботи, пов'язаної зі створенням нових гравіметричних приладів – абсолютних гравіметрів. Основний напрямок досліджень повинен полягати у пошуку методів підвищення точності вимірювань абсолютними гравіметрами шляхом доробки (модифікації) стандартних схем приладу.

Особливу увагу слід звернути на такі пункти:

- стабілізацію лазерного джерела випромінювання;
- удосконалення оптики;
- пошук нових джерел шумів;
- удосконалення сейсмоізолюючого пристрою;
- зменшення габаритів гравіметра;
- зменшення довжини шляху вільного падіння тестової маси;
- відмові від активnodіючих під час вимірювання механічних частин;
- інтеграція максимальної кількості елементів у вакуумній камері;
- підвищення жорсткості та інерційності корпусного елемента;
- пошуку чутливих фотоелектричних датчиків з низьким рівнем власних шумів;
- зменшення тривалості підготовчого часу;
- підвищення частоти одиничних вимірювань;
- створення автоматизованих систем локального контролю за гравіметром;
- корекції та стабілізації;
- моніторингу зовнішнього середовища;
- систем цифрового зв'язку з ЕОМ;
- систем зв'язку із службами еталонних сигналів та службами навігації.

