

### **БАЛІСТИЧНИЙ ЛАЗЕРНИЙ ГРАВИМЕТР: КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ**

Вимірювання абсолютного значення прискорення сили ваги (ПСВ) з високою точністю необхідне для успішного розв'язання широкого спектра наукових задач: визначення форми Землі, побудови моделей руху глибинних мас, оцінки пружних деформацій поверхні планети, передбачення землетрусів, пошуку покладів корисних копалин тощо. Для вирішення цих важливих наукових задач призначені гравіметри. Серед них найбільш відомими для наземних вимірювань є балістичні гравіметри.

Сучасні дослідження в галузі розробок гравіметричної апаратури зосереджені на двох аспектах: перший – підвищення точності вимірювань ПСВ шляхом усунення впливу сейсмічних коливань на процес вимірювання, другий – побудова ефективних автоматизованих систем процесу гравіметричних вимірювань.

Найбільш точними є наземні балістичні лазерні гравіметри (БЛГ) (0,01 мГал). Однак вони не автоматизовані, мають низьку швидкодію. Для сучасного використання такі низькі точність та швидкодія неприпустимі. Ось чому актуальним є дослідження можливості підвищення точності та швидкодії балістичного гравіметра.

Найперспективнішим, із погляду підвищення точності, є вимірювання ПСВ методом вільного падіння тіл. У цьому випадку ПСВ визначають, використовуючи природні одиниці довжини й часу: вимірювання шляху, пройденого падаючим тілом, здійснюється інтерферометром, а вимірювання часу – прецизійним стандартом частоти.

Створення досконалих вимірювачів переміщень для БЛГ стало можливим після винаходу лазерів, які володіють високою монохроматичністю та когерентністю. 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.

До складу БЛГ входять: інтерферометр, який призначено для перетворення часово-просторових параметрів руху пробного тіла в електричний сигнал, вимірювач шляху та часу, балістичний блок, в якому реалізується вільний рух пробного тіла, прилад врахування або компенсації зовнішніх інерційних перешкод, прилад автоматики та управління роботою гравіметра, система оперативного контролю працездатністю й індикація відмов, система контролю та підтримки вакууму, система горизонтування, ЕОМ, блок живлення (рис. 1).

БЛГ працює наступним чином. Світловий промінь від джерела випромінювання – лазера 1 спрямовується на прозоре дзеркало інтерферометра 2, відбиваючись від якого, спрямовується на світло-розподільчу поверхню 3, що, в свою чергу, розділяє промінь на два пучки. Один з цих пучків (А) спрямовується у вимірювальне плече інтерферометра до вільно падаючого пробного тіла 9, що вільно падає у вакуумній камері 7, а інший (В) – до референтного кутового відбивача 5. Відбившись від граней призми 9, пучок А спрямовується назад уздовж шляху паралельно своєму початковому напрямку до світло-розподільчої поверхні 3. У свою чергу, пучок В, відбиваючись від кутового відбивача 5 сейсмографа, повертається назад шляхом, паралельним своєму початковому напрямку, також до світло-розподільчої поверхні 3. Відображені пучки рекомбінують (зміщуються) на світло-розподільчій поверхні 3 і, відбиваючись від дзеркала 2, спрямовуються до фотоприймача 14. За допомогою фотоприймача 14 реєструється зміщення інтерференційної картини у вигляді чергування темних і світлих інтерференційних смуг, що викликане переміщенням пробного тіла 9, і моделюється точна траєкторія, перетворюючись у пари значень моментів часу та дистанцій. Для визначення інтервалів часу  $T$ , проходження заданих інтервалів шляху  $S$  використовують мітки часу 11, сформовані із сигналів рубідієвого стандарту частоти. Ці дані направляються до ЕОМ 12, де доводяться до придатності для обчислення абсолютного значення ПСВ.

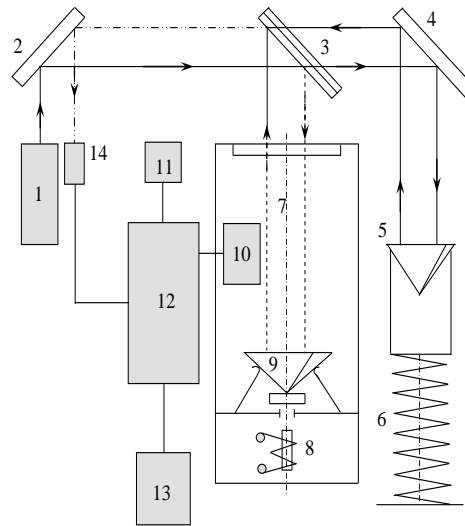


Рис. 1. Принципова схема БЛГ

Для врахування впливу рухів земної кори, зменшення впливу вібраційних і сейсмічних перешкод референтний відбивач 5 лазерного інтерферометра підвішений у центрі хитань низькочастотного сейсмографа 6. Для зменшення впливу обертання пробного тіла 9 пристрій конструюють таким чином, щоб його центр тяжіння збігався з оптичним центром. Для виключення впливу тертя повітря пробне тіло 9 вміщають у вакуумну камеру 7.

Шлях, пройдений вільно падаючим тілом, визначається числом смуг. Число смуг  $N$  пов'язане з різницею ходу променів  $\Delta$  і довжиною хвилі світла  $\lambda$  співвідношенням  $\Delta = N\lambda$ . Ширина та кількість інтерференційних смуг залежать від спектрального складу джерела світла та різниці оптичних шляхів світлових пучків.

Запропоновано для вимірювання абсолютного значення ПСВ використовувати БЛГ. Надано опис основних складових елементів БЛГ: інтерферометра, який призначено для перетворення часово-просторових параметрів руху пробного тіла в електричний сигнал; вимірювача шляху та часу; балістичного блоку, в якому реалізується вільний рух пробного тіла; приладу врахування або компенсації зовнішніх інерційних перешкод; приладу автоматичного управління роботою гравіметра; системи оперативного контролю працездатності та індикація відмов; системи контролю та підтримки вакууму; системи горизонтування; ЕОМ; блоку живлення. Описано принцип роботи БЛГ.