

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ОПТИЧНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

У приладобудуванні, геодезії, геології, геофізиці та у багатьох інших галузях науки і техніки надзвичайно велике значення мають високоточні вимірювання прискорення. Для таких вимірювань використовують переважно акселерометри – прилади для прийому і перетворення інформації про прискорення з метою одержання кількісного результату у формі, яка буде зручною для подальшого використання.

Наразі існує багато видів акселерометрів: ємнісні, струнні, п'єзоелектричні, п'єзорезистивні та інші. Всі вони відрізняються за такими параметрами, як чутливість, діапазон вимірювань, стійкість до впливу зовнішніх факторів, габарити, собівартість та інші.

На сьогоднішній день широко використовуються ті засоби вимірювань і контролю, які мають високу точність і швидкодію та здатні працювати у складних умовах навколишнього середовища. Ці всі вимоги задовольняють саме оптичні акселерометри (ОА). Тому дослідження властивостей та параметрів даного типу акселерометрів, автоматизація та підвищення точності їх вимірювань є, безумовно, актуальними.

Для підвищення точності вимірювання прискорення ведуться інтенсивні розробки оптичних акселерометрів з принципово новою інерційною масою. І найбільш перспективним вважають оптичний акселерометр з інерційною масою у вигляді куткового відбивача.

Метою даної роботи є підвищення точності вимірювання прискорення шляхом розробки та дослідження автоматизованого оптичного акселерометра.

Кінцева мета вдосконалення акселерометра полягає у розробці такого датчика, який максимально буде задовольняти усі вищезгадані вимоги.

Точність вимірювань датчика залежить, в першу чергу, від вірності і збіжності результатів. Вірність обумовлена відносним значенням систематичної похибки $\varepsilon_{\text{сист}}$, а збіжність визначається відносним значенням випадкової похибки $\varepsilon_{\text{вин}}$. Саме вони обумовлюють точність вимірювань T :

$$T = \frac{1}{\sqrt{(\varepsilon_{\text{сист}}^2 + \varepsilon_{\text{вин}}^2)}} \quad (1)$$

Відповідно до виразу (1), підвищення точності вимірювань здійснюється шляхом врахування максимального числа факторів, що впливають на результат вимірювань, з метою введення поправок за систематичні впливи чи шляхом виключення цих впливів та зменшення випадкових похибок. Проте, підвищення точності вимірювань не повинне бути самою метою. При зміні прискорень необхідна точність залежить від конкретної народногосподарської задачі, яку потрібно вирішити на основі отриманих результатів.

Разом з тим, не дивлячись на цілий ряд заходів, направлених на забезпечення стабільності умов вимірювань, а також на велику кількість уточнень, які вносять у результат різного роду систематичні впливи, довготривала відтворюваність результатів одного акселерометра (а тим більш результатів вимірювань різних акселерометрів) часто є незадовільною. Величина такої нестабільності складає одиниці (рідко десятки) мм/с² і причини її виникнення не завжди зрозумілі. У результаті значних зусиль вітчизняних (раніше радянських) та закордонних вчених, направлених на підвищення точності вимірювань прискорення, в останні роки з'являються пропозиції по підвищенню точності акселерометрів, наближених до межі точності. Існує декілька меж точності (теоретичний, технологічний, економічний і т. д.), кожна з яких у конкретній ситуації може стати визначальною.

Принцип дії ОА ґрунтується на фізичному явищі відбиття світлового променя від поверхні. Тобто, на основі того, що кут відбивання променя дорівнює куту падіння.

Інерційною масою такого акселерометра є сталений паралелепіпед із дзеркальною поверхнею, закріплений на двох паралельних циліндричних кварцових балках. На визначеній відстані від центра інерційної маси розташована оптопара. Вона представляє собою світло діод та фотоприймач, які розташовані на одній підложці. У стані спокою світловий промінь зі світлодіода, відбившись від дзеркальної поверхні інерційної маси, попадає рівно у центр фотоприймача. Тобто, у цьому випадку на фотоприймач попадає максимум світлової енергії. Під дією прискорення інерційна маса відхиляється від положення рівноваги на деякий кут Θ (рис.1). При цьому кут падіння світлового променя, а як наслідок, і кут відбивання будуть змінюватись. При цьому на фотоприймач буде падати менший світловий потік і на виході акселерометра буде спостерігатись інша напруга.

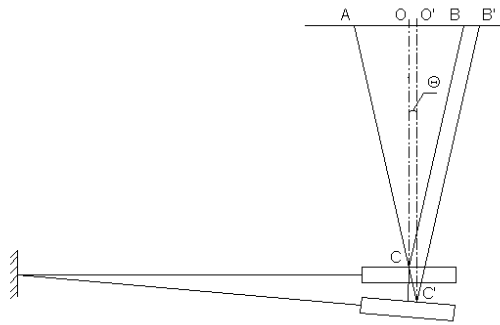


Рис.1. Відхилення чутливого елемента

Опис конструкції оптичного акселерометра. Корпус акселерометра має форму положистого циліндра з технологічним отвором діаметром 7 мм, перпендикулярним до осі корпуса 1 (рис.2). У корпус встановлюється центруюча металева прокладка 5, яка призначена для того, щоб чутливий елемент акселерометра знаходився точно в центрі корпуса. Центруюча прокладка має канавки радіусом 0,10 мм, у які вкладаються циліндричні кварцові балки діаметром 0,2 мм. Потім балки притискаються елементом защемлення 6, на поверхні якого також виготовлені такі самі канавки. Далі елементи 5 та 6 прикручуються до корпуса 1 двома гвинтами 9. На іншому кінці кварцових балок 8 закріплена (приклеєна) інерційна маса 4, що має форму паралелепіпеда. Така конструкція чутливого елемента дозволяє переміщуватись інерційній масі лише по одній координаті – вздовж осі чутливості OA.

У корпусі є отвір, у якому розміщена муфта кріплення 7. В елементі 7 знаходиться оптопара 10. Її положення виставляється точно посередині інерційної маси. З протилежного боку в корпусі є отвір для мікрометричного гвинта. Корпус 1 за допомогою різьби вкручується в основу 2. В основі знаходяться три отвори для гермоводів, котрі призначені для відкачки повітря і підключення до оптопарі вихідного відлікового пристрою. Також в основі мають чотири отвори для закріплення акселерометра на пересувній системі. Далі вся конструкція закривається кришкою 3. В основі є кругла канавка, у яку входять краї кришки. Краї мають зовнішню та внутрішню фаски, що полегшує становлення кришки, яка міцно утримується у пазах основи.

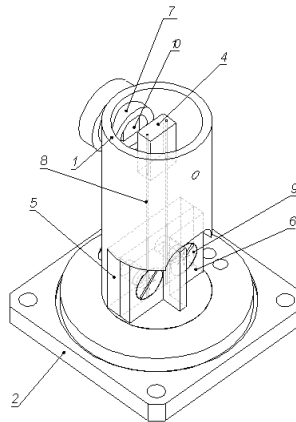


Рис.2. Конструкція оптичного акселерометра

Перевагами досліджуваного оптичного акселерометра є:

- висока точність вимірювання;
- волоконна оптика чутливого елемента є взриво - і пожаробезпечною;
- чутливий елемент оптичного акселерометра має високу стійкість до впливу агресивних середовищ, тисків і температур;
- оптичний сигнал у датчику не піддається впливу електромагнітних перешкод, пов'язаних з роботою інших технічних систем.