

### ЧУТЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ГРАВИМЕТРА

П'єзoeлектричний гравіметр авіаційної гравіметричної системи (АГС) у своєму складі містить чутливий елемент (ЧЕ) у вигляді п'єзоелемента (ПЕ), на якому розміщено інерційну масу (ІМ). Принцип дії гравіметра полягає у наступному. Під дією прискорення  $g_z$  сили тяжіння на ІМ гравіметра виникає сила тяжіння  $G$ , внаслідок дії якої ПЕ згинається (деформується) на деякий кут  $\alpha$  :

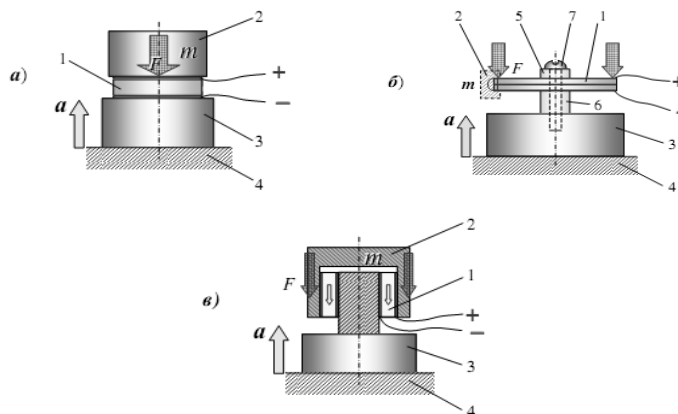
$$\alpha \equiv f(g_z). \quad (1)$$

У результаті такого деформування спостерігається явище прямого п'єзoeфекту – утворення на поверхні ПЕ електричного заряду  $Q$ , який прямо пропорційний  $g_z$ . У гравіметрі вихідною величиною є напруга  $U$ , а не заряд  $Q$ :

$$U \equiv \frac{Q(g_z)}{C_{ПЕ}}, \quad (2)$$

де  $C_{ПЕ}$  – електрична ємність ПЕ.

Існує три основні типи конструкцій п'єзoeлектричних перетворювачів прискорення (рис. 1). Компресійні перетворювачі (рис. 1, а) відрізняються високою вібростійкістю і використовуються в умовах великої вібрації та впливу температури. Конструкція, що працює на згин (рис. 1, б), забезпечує достатньо високу чутливість у необхідному напрямку й ліквідує сторонню чутливість, наприклад, поперечну. ПЕ на здвиг (рис. 1, в) має складну конструкцію та чутливий до поперечних коливань, але використовується у надточних системах. Проаналізувавши переваги та недоліки основних типів конструкцій п'єзoeлектричних перетворювачів прискорення, можна зробити висновок, що для вимірювання саме прискорення сили тяжіння (висока точність та чутливість) доцільно використовувати ПЕ, принцип роботи якого полягає у деформації згину.



*Рис. 1. Основні типи конструкції п'єзoeлектричних перетворювачів:  
 а) розтягування-стиснення; б) на згин; в) на здвиг: 1 – ПЕ; 2 – ІМ;  
 3 – основа; 4 – об'єкт контролю; 5, 6 – опори; 7 – гвинт*

Існує також декілька способів розміщення ПЕ в конструкціях ЧЕ, що працюють на згин (рис. 2). Найпростіша конструкція ЧЕ – нецентрована (рис. 2, а), яка складається із балочного біморфного чи уніморфного ПЕ 1, який консольно закріплений на основі 2. Інерційна маса 3 розміщена на кінці ПЕ.

Дещо схожою із попередньою є конструкція (рис. 2, б) із приклеєним ПЕ 1 на балці 4. У центрованій конструкції ЧЕ (рис. 2, в) периферійне закріплення балочного чи дискового ПЕ 1 виконується за допомогою пружних стійок 5, які забезпечують можливість вільного згину ПЕ в осьовому напрямі. У даній конструкції сумарний заряд створюється за рахунок механічних напружень, діючих як у радіальних, так і у кільцевих перерізах.

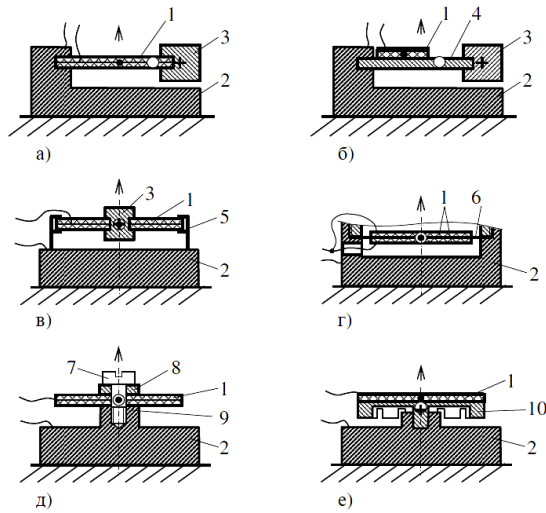


Рис. 2. Схеми розміщення ЧЕ у конструкції ПГ АГС: 1 – ПЕ; 2 – основа; 3 – ІМ; 4 – балка; 5 – стійка; 6 – пластина; 7 – гвинт; 8, 9 – опора; 10 – пластина із інерційними елементами

Інший вигляд периферійного закріплення ПЕ (рис. 2, з) реалізований із тонкою металевою пластиною 6, вклеєною між двома дисковими пластинами ПЕ 1. Система периферійного закріплення ПЕ впливає на характер його деформації. З одного боку це негативно впливає на ефективність роботи ПЕ, а з іншого – забезпечує стабільність його метрологічних характеристик. Дана конструкція є доцільною у використанні для вимірювання повільно змінних фізичних величин. П'єзоелемент (рис. 2, д) закріплений у центральній частині гвинтом 7 між опорами 8 та 9. Дана конструкція є центрованою. Використання додаткових ізоляторів між ПЕ та опорами дозволяє виконати ізольований від корпусу симетричний вивід. Однак наявність гвинта викликає за собою збільшення маси ЧЕ і нестійкість до впливу зовнішніх магнітних полів. У варіанті, так званій, грибоподібній схемі (рис. 2, е) дисковий ПЕ 1 приклеєний до металевої пластини 10 із розташованими по периферії ІМ. Суттєвий недолік – температурна нестабільність.

Як бачимо кожна конструктивна схема має як свої переваги, так і недоліки. Тому, запропоновано у конструкції п'єзоелектричного гравіметра використовувати наступну схему розміщення ЧЕ (рис. 3). Як бачимо, конструкція п'єзоелектричного гравіметра є нецентрованою. Чутливий елемент розміщено у герметичному корпусі і виконано у вигляді консольно закріпленого на стрижні п'єзоелемента, на вільному кінці якого розміщено інерційну масу.

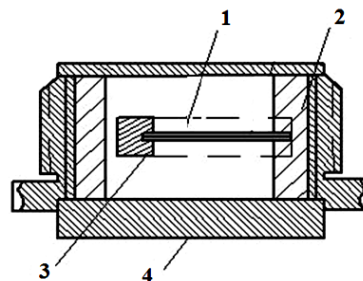


Рис. 3. Конструкція ПГ АГС: 1 – ПЕ; 2 – стрижень; 3 – ІМ; 4 – герметичний корпус

Конструкція п'єзоелектричного гравіметра АГС була обрана із наступних міркувань. Оскільки необхідно забезпечити максимальну чутливість п'єзоелектричного гравіметра АГС, то конструкція має бути нецентрованою. Оскільки як ЧЕ буде використовуватись п'єзопакет, а не біморфний ПЕ, то його закріплення має відбуватись консольно і з максимальною пружністю. Таке закріплення забезпечує стійкість до впливу перевантажень та максимальну пружність ПЕ, що також призводить до підвищення надійності гравіметра.