

О.М. Безвесільна, д.т.н, проф.
Національний технічний університет України "КПІ"
А.Г. Ткачук, аспірант
Житомирський державний технологічний університет

П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ГРАВИМЕТР АВІАЦІЙНОЇ ГРАВИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Розвиток гравіметрії складається із таких основних етапів вимірювання: на нерухомій основі, на підводному та надводному човнах і на літальному апараті (ЛА).

Великий внесок у теорію і практику гравіметричних вимірювань було зроблено цілою низкою вчених, які працювали під керівництвом видатних гравіметристів: В.О. Багрянця, Ю.Д. Буланже, К.Е. Веселова, А.М. Лозинської, С.А. Піддубного, Є.І. Попова, В.А. Туліна та ін. Вітчизняна гравіметрія тісно пов'язана з іменами таких відомих учених, як С.Є. Александров, А.М. Береза, Б.А. Блажнов, М.П. Грушинський, М.П. Гусєв, А.В. Костров, А.А. Красовський, Б.М. Малахов, І.А. Маслов, В.Л. Пантелеєв, Л.Г. Поляков, В.А. Романюк, С.С.Ривкин, М.У. Сагітов, Л.В. Сорокін, В.М. Стадниченко, А.В. Тіль та ін. Велику роль у розробці гравіметричних вимірювань відіграли і роботи закордонних вчених – Д. Гаррісона, А. Графа, Л. Ла-Коста, Ю. Томоди, М. Гальвані та ін.

В останні десятиліття гравіметричні та градієнтметричні дослідження здійснюються переважно на підводних та надводних судах.

Успішні вимірювання гравіметрів у морських умовах спричинили наступне завдання – дослідити можливість проведення гравіметричних вимірювань на борту ЛА.

Вимірювання прискорення сили тяжіння (ПСТ) на борту ЛА є значно більш складним завданням, аніж на кораблі, хоча і труднощі цих вимірювань принципово не відрізняються. Суттєвою є ж відмінність, яка полягає у наявності довгоперіодичних вертикальних ПСТ в аерогравіметричних вимірюваннях.

Якщо для морських гравіметричних вимірювань точність близько 0,1 мГл реально досяжна, то для повітряних вимірювань указана точність поки що є проблематичною.

Перші спроби визначення ПСТ у повітрі були здійснені у СРСР і США у 1956-1960 рр. за допомогою саме морських гравіметрів, однак із 60-х років вже починаються розробки гравіметрів для вимірювання ПСТ безпосередньо на борту ЛА.

У даній роботі досліджено новий п'єзоелектричний гравіметр (ПГ) (рис.1)

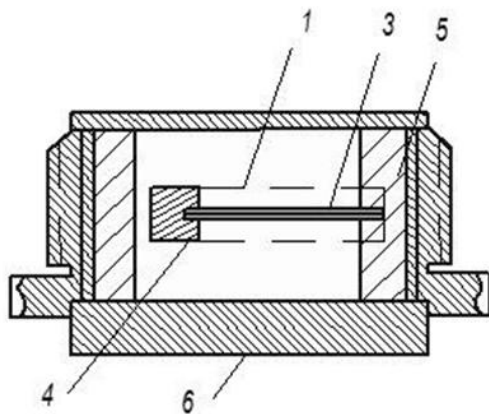


Рис.1. Конструктивна схема нового п'єзоелектричного гравіметра

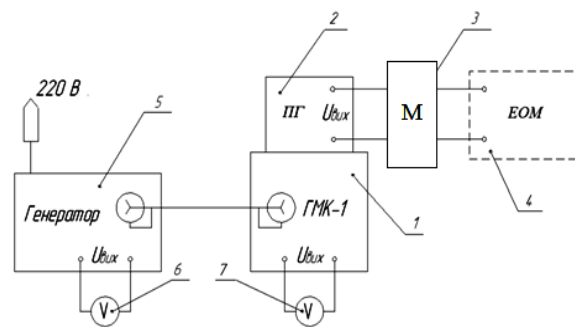


Рис.2. Структурна схема стенда для дослідження нового п'єзоелектричного гравіметра

Схему нового п'єзоелектричного гравіметра зображено на рис. 1. Основні елементи: 1 – чутливий елемент, 3 – п'єзоелемент, 4 – інерційна маса, 5 – стрижень, 6 – герметичний корпус. Чутливий елемент виконано у вигляді п'єзопакета. Частота власних коливань п'єзопакета дорівнює найбільшій частоті гравітаційних прискорень, що може бути виміряна на фоні завад.

Для проведення експериментальних досліджень ПГ була створена експериментальна установка, структурна схема якої зображена на рис.2. До її складу входять наступні прилади: 1 – генератор механічних коливань ГМК-1 (вібростенд) із вбудованими в нього двома індукційними перетворювачами електричного сигналу у механічний, 2 – п'єзоелектричний акселерометр, який розташований безпосередньо на вібростенді, 3 – модуль введення-виведення; 4 – ЕОМ; 5 – генератор змінної напруги; 6, 7 – вольтметри для реєстрації напруги генератора та напруги індукційного перетворювача відповідно.

П'єзоелемент складається з двох однакових склеєних п'єзопластинок, між якими попередньо була прокладена металева прокладка, що є одним електродом; іншим електродом є металеві пластинки, поміщені на зовнішніх гранях п'єзокристала. Один кінець п'єзоелементу жорстко закріплений, а на іншому вільному кінці укріплена інерційна маса 4 (рис. 1). Виникаючі у цьому випадку деформації згину приводять до значного зростання чутливості п'єзоелемента.

Патенто-, конкурентоспроможні результати: Розробка дозволяє підвищити точність та надійність вимірювання прискорення сили тяжіння. Новизна даної розробки підтверджена патентом України на винахід № 99084 «П'єзогравіметр» від 10.07.2012 р.

Наукові та практичні здобутки використовуються: у навчальному процесі на кафедрі автоматизації і комп'ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету при проведенні лекційних, лабораторних та практичних занять із навчальної дисципліни “Технологічні вимірювання та прилади”, “Елементи та пристрої автоматики”, “Технічні засоби автоматизації”, а також – у дослідження по тематиці ПАТ “Науково-виробничий комплекс “Київський завод автоматики ім. Г.І. Петровського”.

На рис. 3 показано зовнішній вигляд сучасних п'єзогравіметрів. **Основні висновки по роботі:**

1. На основі ПГ побудовано вимірювальну схему, що дозволяє виконувати лабораторні вимірювання прискорень та досліджувати роботу ПГ;
2. При збільшенні частоти f коливань вібростенда амплітуда вихідної напруги п'єзоелектричного гравіметра $U_{ПГ}$ зменшується;
3. Максимальна амплітуда вихідної напруги п'єзоелектричного гравіметра $U_{ПГ}$ має місце при значеннях частоти коливань вібростенду $f = 800\text{Гц}$ для всіх значень $U_{ген}$, що дорівнює частоті власних коливань ПГ. Це випадок так званого “головного резонансу”;
4. Напряга генераторної обмотки $U_{ген}$ прямо пропорційно впливає на зміну напруги п'єзоелектричного гравіметра $U_{ПГ}$;
5. Із досліджень залежності амплітуд індукційного перетворювача $U_{ВП}$ від частоти f коливань вібростенда впливає те, що при будь-якій $U_{ген}$ характеристики мають лінійний характер за умови, що $f=500\text{ Гц}$, при меншій частоті спостерігається нелінійність, яка обумовлена технологічними похибками виготовлення вимірювального перетворювача.



Рис. 3. Зовнішній вигляд сучасних ПГ