

## ТРАНСФОРМАТОРНИЙ ГРАВИМЕТР АВТОМАТИЗОВАНОГО ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Сьогодні актуальним є проведення авіаційних гравіметричних вимірювань шляхом використання автоматизованого інформаційно-вимірювального комплексу (ІВК), одним із основних компонентів якого є чутливий елемент, гравіметр.

Інформація від ІВК може бути широко використана в геодезії, геофізиці для вимірів прискорення сили тяжіння  $g$  або гравітаційних аномалій  $g$ , у картографії для вимірів форми Землі, в інерціальній навігації для корекції інерціальних навігаційних систем по гравітаційному полю Землі. Подальше підвищення точності таких ІВК обмежене досягненням технологічної межі сучасних компонентів ІВК. Однак, підвищення точності, яке є завжди бажаним, можливе шляхом використання нових більш точних гравіметрів ІВК.

Найбільш відомі гравіметри наступних типів: струнний ВНШГеофізики (Росія), сильно демпфований Інституту фізики Землі (Росія), гіроскопічні (Україна) та деякі різновиди гравіметрів, модифіковані із наземних гравіметрів. Однак, вони мають недостатню точність 2-8 мГал ( $1 \text{ мГал} = 10^{-5} \text{ м/с}^2$ ). Тому актуальною є задача: запропонувати новий більш точний гравіметр ІВК та обґрунтувати доцільність його використання в ІВК.

Найбільш близьким до запропонованого ТрГ є відомий трансформаторний перетворювач ТП соленоїдного типу (рис. 1).

Спільними суттєвими ознаками відомого ТП та нового ТрГ є те, що вони містять чутливий елемент, який складається із магнітопроводу, рухомого якоря, первинної обмотки збудження та вторинної вихідної обмотки, яка має дві однакові секції.

Проте, на відміну від нового ТрГ, відомий трансформаторний перетворювач має ряд недоліків. Дві секції вторинної обмотки 4 у ТП з'єднані послідовно-узгоджено (початок-кінець однієї секції, початок-кінець іншої секції). Тобто, вихідна обмотка 4 суцільна (фіг. 1). Під дією прискорення сили тяжіння  $gz$ , що діє вздовж осі чутливості трансформаторного перетворювача  $Oz$ , виникає сила тяжіння. Обмотка збудження 3 під'єднана до напруги  $U_1$  і утворює електромагнітний потік збудження  $\Phi_1$ .

Згідно закону електромагнітної індукції, цей потік наводить ЕРС в обмотці 4. Під дією сили тяжіння якор 2 рухається в середині магнітопроводу 1 вниз і викликає зміну електромагнітного потоку  $\Phi_1$ . Тоді електрорушійна сила  $E_2$  в обмотці 4  $W_2$  буде змінюватись пропорційно прискоренню сили тяжіння  $g_z$ :  $E_2 \equiv mg_z$ . Вихідний електричний сигнал  $U_2$  буде пропорційний  $g_z$ :  $U_2 \equiv mg_z$ .

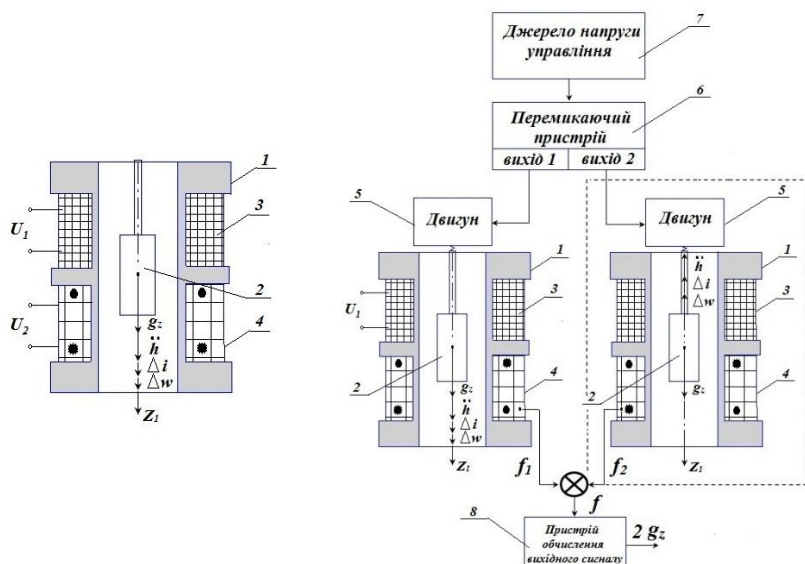


Рис. 1. Трансформаторний перетворювач  
1 – магнітопровід, 2 – якор,  
3 – обмотка збудження  $W_1$ ,  
4 – вторинна обмотка  $W_2$

Рис. 2. Трансформаторний гравіметр  
1 – магнітопровід, 2 – рухомий якор, 3 – обмотка збудження  $W_1$ , 4 – вторинна обмотка  $W_2$ , 5 – двигун, 6 – перемикаючий пристрій, 7 – джерело напруги управління, 8 – пристрій обчислення вихідного сигналу

При дії зовнішнього електромагнітного потоку перешкоди (на рухомих об'єктах: літальних апаратах, надводних та підводних човнах виникають значні сторонні електромагнітні потоки), наводиться ЕРС  $E_{\Pi}$  перешкоди у вихідній обмотці 4  $W_2$ :  $E_2 \equiv mg_z + E_n$ .

Відповідно, вихідний сигнал буде  $U_2 \equiv mg_z + U_n$ . Інструментальні похибки від впливу змін температури, вологості, тиску, моменту сил сухого тертя та ін. є значними у ТП і ніяким чином не компенсуються.

Вертикальне прискорення  $\ddot{h}$ , при встановленні ТП на літаках, буде діяти вздовж осі чутливості ТП, тоді:  $E_2 \equiv mg_z + m\ddot{h}$ . Величина  $\ddot{h}$  у  $10^3$  разів [1] перевищує значення  $g_z$ .

Дія горизонтальних прискорень, при встановленні ТП на рухомій основі, буде викликати також значні похибки. Таким чином, суттєвим недоліком ТП є низька точність вимірювань прискорення сили тяжіння.

Підвищення точності вимірювання прискорення сили тяжіння у новому трансформаторному гравіметрі забезпечується наступним чином (рис.2). При дії зовнішнього електромагнітного потоку перешкоди, цей потік буде наводити дві ЕРС перешкоди у двох секціях  $W_2$ , які включено послідовно-зустрічно  $E_{2\Pi}$  та  $-E'_{2\Pi}$ .

Сумарна дія цих похибок на вихідний сигнал гравіметра-винаходу буде рівна нулю. Тобто, таке зустрічне з'єднання секцій забезпечує скасування похибок від впливу зовнішніх електромагнітних потоків, які можуть бути значними при встановленні гравіметра на рухомому об'єкті. Дія інструментальних похибок від впливу змін температури, вологості, тиску, моменту сил сухого тертя та ін. буде скасовуватись аналогічним чином за рахунок зустрічного з'єднання двох секцій  $W_2$ .

Таким чином, запропонований трансформаторний гравіметр забезпечує суттєве підвищення точності вимірювання прискорення сили тяжіння.