

УДК 681.586.2(045)

А.В. Осовцев, Н.І. Бурау, докт. техн. наук, проф.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРО-МЕХАНІЧНОГО ГІРОСКОПІЧНОГО ДАТЧИКА КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ LL-ТИПУ

A.V. Osovtssev, N.I. Bouraou Dr., Prof.

RESEARCH OF MICRO-MECHANICAL GYROSCOPIC ANGULAR RATE SENSOR

Перспективи сучасного приладобудування пов'язані зі створенням приладів з малими масою, габаритними розмірами, енергоспоживанням і собівартістю при безумовному виконанні цільової функції з заданою точністю. Сьогодні створюються мініатюрні конструкції на одному кристалі, де поєднуються чутливі елементи, перетворювачі і електронні компоненти, такі системи називаються мікроелектромеханічними системами (МЕМС) [1]. До таких систем належать і мікромеханічні гіроскопи (МГ), які широко застосовуються в аерокосмічних летальних апаратах, морських суднах, наземних транспортних засобах, робото-технічних комплексах, системах віртуальної реальності, тощо. Актуальність і перспективність розробки недорогих і мініатюрних гіроскопів обумовлюють те, що більшість провідних приладобудівних компаній світу працюють над створенням МГ та покращенням їх характеристик.

В останньому випадку важливим є аналіз впливу параметрів підвісу на точність датчика для різних діапазонів вимірювання кутової швидкості. Вирішенню такої задачі присвячені проведені в даній роботі дослідження МГ LL-типу (linear-linear), на прикладі МГ фірми Analog Devices – ADXRS150.

Для побудови імітаційної моделі МГ використаєм рівняння руху за осями ОХ та ОУ в горизонтальній площині пов'язані з корпусом приладу:

$$\begin{aligned} -(m_p + m_q) \cdot \ddot{x} - D_x \cdot \dot{x} - C_x \cdot x + 2 \cdot m_q \cdot \Omega \cdot \dot{y} &= 0 \\ m_q \cdot \ddot{y} - D_y \cdot \dot{y} - C_y \cdot y - 2 \cdot m_q \cdot \Omega \cdot \dot{x} + F_0 \cdot \sin(\omega \cdot t) &= 0, \end{aligned}$$

де m_q - маса чутливого елемента, m_p - маса рамки, x , y - переміщення центра мас чутливого елемента відносно системи координат, зв'язаної з корпусом приладу, C_x , C_y - коефіцієнти жорсткості торсіонів за осями ОХ та ОУ, відповідно, D_x , D_y - коефіцієнти демпфірування вздовж осей ОХ та ОУ, відповідно, Ω - вимірювана кутова швидкість основи, F_0 - амплітудне значення зовнішньої сили системи збудження коливань, ω - циклічна частота коливань за віссю збудження.

У припущенні малості впливу коливань за віссю знімання ОХ на параметри руху за віссю збудження ОУ, величиною $2 \cdot m_q \cdot \Omega \cdot \dot{x}$ в порівнянні з іншими моментами за віссю ОУ можна знехтувати.

Імітаційну модель було отримано за допомогою пакету Simulink у середовищі MatLAB, (рис. 1).

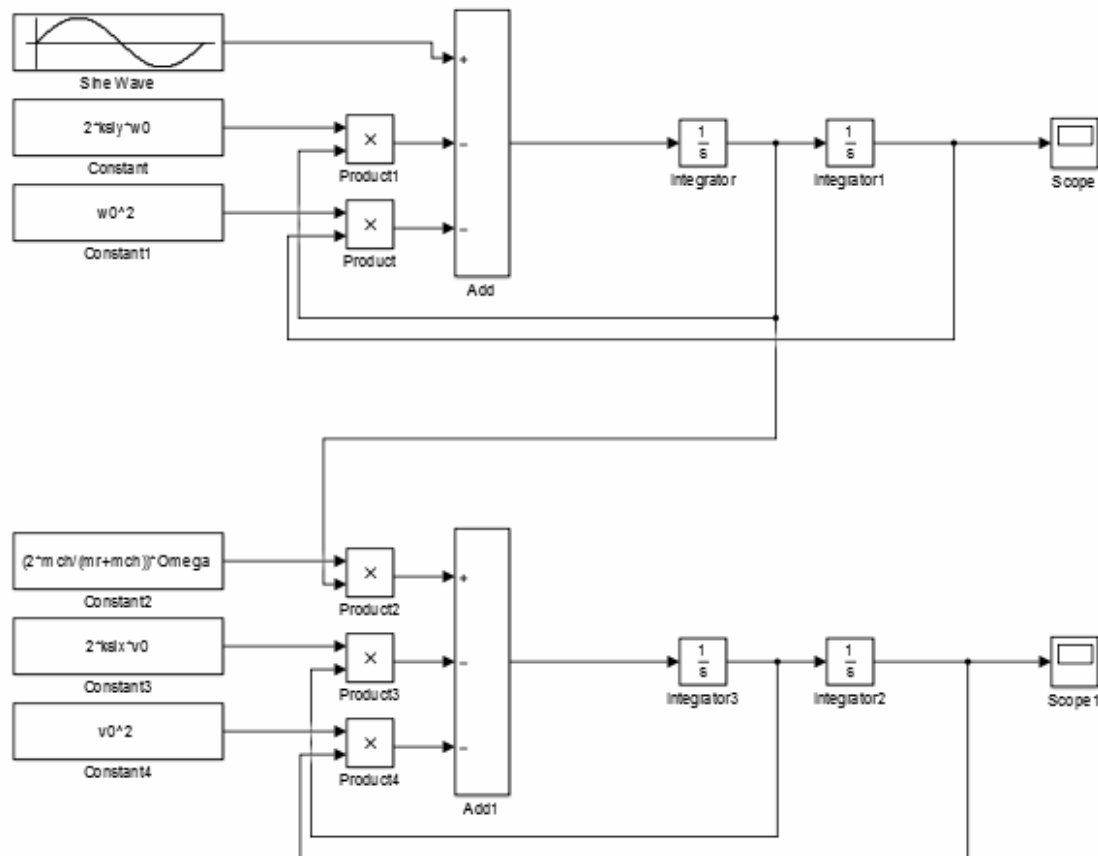


Рис. 1. Імітаційна модель мікро-механічного гіроскопу LL-типу

На моделі позначені:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{C_y}{m_c}} - \text{частота власних коливань чутливого елемента вздовж осі OY}$$

$$\xi_y = \frac{D_y}{2\sqrt{C_y \cdot m_c}} - \text{відносний коефіцієнт загасання коливань за віссю збудження}$$

$$\nu_0 = \sqrt{\frac{C_x}{(m_p + m_c)}} - \text{частота власних коливань вздовж осі OX}$$

$$\xi_x = \frac{D_x}{2\sqrt{C_x \cdot (m_p + m_c)}} - \text{ввідносний коефіцієнт загасання коливань за віссю знімання}$$

За допомогою цієї моделі змінюючи величини жорсткості торсіонів C_x та C_y , досліджується вплив параметрів підвісу на точність датчика для заданих діапазонів вимірювання кутової швидкості.

Література

1. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.