

## ПРО СТАБІЛІЗАЦІЮ НЕСТІЙКОГО ОБЕРТАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ З ОПОРОМ ГІРОСКОПА ЛАГРАНЖА З ІДЕАЛЬНОЮ РІДИНОЮ

Юрій Кононов<sup>1</sup>, Ярослав Святенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут прикладної математики і механіки НАН України, м. Слов'янськ, Україна  
e-mail: kononov.yuriy.nikitovich@gmail.com

<sup>2</sup>Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця, Україна  
e-mail: filioeee@gmail.com

Гіроскоп Лагранжа з довільною вісесиметричною порожниною, що містить ідеальну рідину, обертається досить нестійко [1]. У зв'язку з цим виникає питання про можливість стабілізації такого гіроскопа другим гіроскопом Лагранжа, який обертається і пов'язаний з першим пружним відновлювальним сферичним шарніром з коефіцієнтом  $k_2$ . Задача істотно ускладнюється ще й тим, що розглядається обертання в середовищі із опором. Гіроскоп з рідиною обертається навколо нерухомої точки, в якій на нього діє відновлювальний сферичний шарнір з коефіцієнтом  $k_1$ . Рівномірне обертання обох гіроскопів підтримується постійними моментами, які спрямовані вздовж їх осей симетрії.

Стабілізувати нестійке рівномірне обертання гіроскопа з рідиною можливо за допомогою кінетичного моменту другого гіроскопа  $\tilde{C}_2$  ( $\tilde{C}_2 = C_2 \omega_{02}$ ,  $\omega_{02} = Q_2/D_{23}$ ) та коефіцієнтів пружності сферичних шарнірів  $k_1$  і  $k_2$ . На підставі інваріантного підходу [2–4] і з урахуванням основного тону коливань ідеальної рідини отримано і досліджено наступні умови стабілізації відносно кінетичного моменту  $\tilde{C}_2$ :

$$\begin{aligned} I_{32}\tilde{C}_2^2 + I_{31}\tilde{C}_2 + I_{30} &> 0 \\ I_{54}\tilde{C}_2^4 + I_{53}\tilde{C}_2^3 + \dots + I_{51}\tilde{C}_2 + I_{50} &> 0 \\ I_{76}\tilde{C}_2^6 + I_{75}\tilde{C}_2^5 + \dots + I_{71}\tilde{C}_2 + I_{70} &> 0 \\ I_{96}\tilde{C}_2^6 + I_{95}\tilde{C}_2^5 + \dots + I_{91}\tilde{C}_2 + I_{90} &> 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Показано, що старші коефіцієнти в системі нерівностей (1) будуть додатними при:

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2022»,  
25–27 травня 2022 р., Львів**

$$k_1 + k_2 - a_1 g + E_1 \omega_{01}^2 \lambda_1 (\lambda_1 - 1) > 0, \lambda_1 - 1 > 0, k_1 + k_2 - a_1 g > 0, \\ (k_1 - a_1 g) k_2 - (k_1 + k_2 - a_1 g) a_2 g > 0 \quad (2)$$

Для виконання нерівностей (2) достатньо, щоб

$$k_1 > a_1 g, a_2 < 0 \quad (a_2 = m_2 c_2), \lambda_1 > 1 \quad (3)$$

З останньої нерівності слідує, що у випадку еліпсоїдальної порожнини, вона повина бути стиснута [1].

Таким чином, при виконанні нерівностей (3) і досить великих значень кутової швидкості другого гіроскопа Лагранжа можлива стабілізація нестійкого обертання у середовищі із опором гіроскопа з рідиною за припущення, що еліпсоїдальна порожнина стиснута і центр мас другого гіроскопа знаходиться нижче точки з'єднання гіроскопів.

1. Kononov Y.N., Khomyak T.V. On the rotation stabilization of the unstable gyroscope containing fluid by rotating the rigid body // Facta Universitatis. Series Mechanics, Automatic Control and Robotics. – 2005. – Vol. 4, № 17 – P. 195-201.
2. Кононов Ю.М., Святенко Я.І. Про стабілізацію нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа Лагранжа другим гіроскопом, який обертається [Електронний ресурс] // Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2021» – Режим доступу: <http://iapmm.lviv.ua/chyt2021/abstracts/Kononov.pdf>
3. Yu.M. Kononov, Ya.I. Sviatenko On the subject of influence of dissipative and constant of moments on the stability of uniform rotations of non-free two elastically connected gyroscopes of lagrange // Праці Інституту прикладної математики і механіки НАН України. – 2020. – Т. 34 – С. 50–61.
4. Святенко Я.І. Про стабілізацію нестійкого обертання у середовищі з опором гіроскопа лагранжа за допомогою другого гіроскопом та пружних шарнірів // Механіка та математичні методи. – 2021. – Т. III, №2 – С. 103–116.

**ON STABILIZATION OF UNSTABLE ROTATION IN A RESISTING MEDIUM OF A LAGRANGE GYROSCOPE WITH AN IDEAL FLUID**

*The possibility of stabilization of unstable rotation in a resisting medium of a Lagrange gyroscope with an ideal fluid by means of a second rotating Lagrange gyroscope is shown. The gyroscopes are connected by an elastic spherical hinge, and their rotation in a resisting medium is maintained by constant moments directed along the symmetry axes. Taking into account the fundamental tone of vibrations of an ideal fluid, based on the innor approach, the stabilization conditions are obtained in the form of four inequalities. Sufficient stabilization conditions are written in a simplified form, which in the case of an ellipsoidal cavity are reduced to the requirement that the cavity be compressed in the direction of rotation and the center of mass of the second gyroscope is located below their common point with liquid gyroscope.*