

## **ВОЛОКОННИЙ ГІРОСКОП**

Кульбашник М.О.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є.М.  
Харківський національний університет радіоелектроніки каф. ФОЕТ,  
м. Харків, Україна  
тел. +38 (099) 792-98-93, e-mail: mykyta.kulbashnyk@nure.ua

The purpose of this work is to consolidate knowledge related to the main physical processes that take place in fiber gyroscopes. The structure of these devices, the principle of their operation, the main parameters and characteristics, the acquisition of practical skills for independent calculation of the real characteristics of devices and the mastering of their design methods are considered in this report.

Волоконно-оптичний гіроскоп (ВОГ) – оптико-електронний прилад, створення якого стало можливим лише з розвитком та удосконаленням елементної бази квантової електроніки. Прилад вимірює кутову швидкість та кут повороту об'єкта, на якому він встановлений. Принцип дії ВОГ заснований на вихровому (обертovому) ефекті Саньяка [1–5].

Інтерес зарубіжних та вітчизняних фірм до оптичного гіроскопу базується на його потенційних можливостях застосування як чутливого елемента обертання в інерційних системах навігації, управління та стабілізації. Цей прилад у ряді випадків може повністю замінити складні та дорогі електромеханічні (роторні) гіроскопи та тривісні гіростабілізовані платформи. Найближчим часом в США близько 50% всіх гіроскопів, що використовуються у системах навігації, управління та стабілізації об'єктів різного призначення, передбачається замінити волоконними оптичними гіроскопами.

ВОГ може бути застосований як жорстко закріплений на корпусі носія чутливого елемента (давача) обертання в інерційних системах керування та стабілізації. Механічні гіроскопи мають так звані гіромеханічні помилки, які особливо сильно виявляються при маневруванні носія (літак, ракета, космічний апарат). Ці помилки ще більш значні якщо інерційна система управління конструюється з жорстко закріпленими або «підвішеними» давачами безпосередньо до тілу носія. Перспектива використання дешевого оптичного давача обертання, який здатний працювати без гіромеханічних помилок у інерційної системи управління, є ще однією причиною особливого інтересу до оптичного гіроскопу.

ВОГ можна класифікувати по наявності та відсутності фазової модуляції (ФМ), по режиму роботи та по компонентам, що використовуються, а також по ступеню поляризації світлових хвиль, що розповсюджуються у волокні.

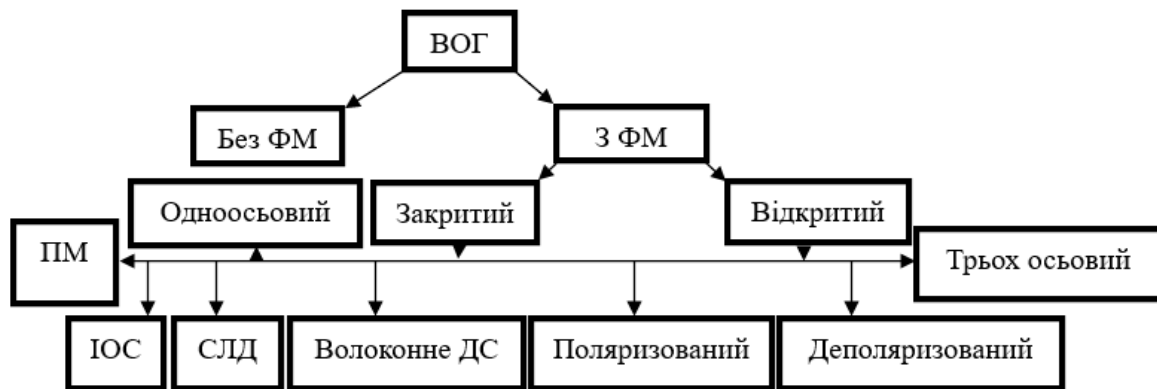


Рисунок 1. – Класифікація ВОГ

Для підвищення чутливості ВОГ при швидкостях обертання, які близькі до нуля, використовується ФМ, який представлений у вигляді п'єзокерамічного циліндра, на який намотується частина волокна. Фазова модуляція забезпечує перенесення робочої точки на круту, майже лінійну ділянку характеристики. Процес відбувається за рахунок внесення фазового зсуву між двома хвилями, що поширюються по контуру в протилежних напрямках, на  $\pi/2$ . Модуляція здійснюється як прямокутним так і синусоїдальним сигналом.

Основні характеристики вихідного сигналу відкритого ВОГ: велика нелінійність, фонові шуми, а також залежність від фотодетектора і зміни середньої довжини хвилі випромінювання.

Закриті схеми ВОГ використовуються для розширення динамічного діапазону і збільшення точності приладу.

Список використаних джерел:

1. Loukianov, D., Rodloff, R., Sorg, H., & Stieler, B. (Eds.). (1999). Optical gyros and their application. RTO/NATO.
2. Buret, T., Ramecourt D., Honthaas, J., Willemenot, E., Paturel, & Y., Gaiffe, T. (2006). Fiber optic gyroscopes for space application. OFS Proceedings, MC4. <http://dx.doi.org/10.1364/OFS.2006.MC4>
3. Matsko, A. B., Savchenkov, A. A., Ilchenko, V. S., & Maleki L. (2004). Optical gyroscope with whispering gallery mode optical cavities. Optics Communications, 233, 1–3, 107-112. <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2004.01.035>
4. Lefevre, H. C. (2022). The fiber-optic gyroscope. Artech house.
5. Khial, P. P., White, A. D., & Hajimiri, A. (2018). Nanophotonic optical gyroscope with reciprocal sensitivity enhancement. Nature Photonics, 12, 671–675. <https://doi.org/10.1038/s41566-018-0266-5>