

УДК 621.372.82

Ю. О. Галелюка, студент гр. ПО-11мп, к.т.н., доц. Кучеренко О. К.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОМУ ГІРОСКОПІ

Анотація Сучасні навігаційні безплатформені системи в якості датчика кутової швидкості використовують волоконно-оптичні гіроскопи. Точність цих гіроскопів обмежується дрейфом нуля, що може бути спричинений різними факторами. Одним з таких факторів є нестационарний вплив температури. В даній роботі з використанням комп'ютерної програми технічного розрахунку MatLab проаналізований вплив температури на характеристики джерела випромінювання у волоконно-оптичному гіроскопі. В більшості схем волоконно-оптичних гіроскопів в якості джерела використовуються лазерні діоди з низькою ступінню когерентності. Визначні зміни центральної довжини хвилі і смуги випромінювання лазерного діода при холодному запуску і при нагріві джерела на 200 С. Запропонований метод корекції температурного впливу.

Ключові слова: волоконно-оптичний гіроскоп, лазерний діод, температурний вплив.

ВСТУП

Волоконно-оптичні гіроскопи (ВОГ) набувають все більшої популярності в точній навігації. ВОГ перевершують механічні та кільцеві лазерні гіроскопи за вартістю, габаритами, споживаною потужністю, тощо. Характеристики чутливості ВОГ достатньо широкі і лежать в межах від 100 град.год⁻¹ до 0,005 град.год⁻¹, стабільність масштабного коефіцієнта лежить в межах від 0,1% до 0,01%. Для підвищення чутливості слід зменшити дрейф нуля ВОГ, який обумовлений різними факторами. Серед цих факторів є нестационарна зміна температури зовнішнього середовища, яка впливає на параметри джерела випромінювання, фотоприймача, оптичного волокна, стабільність роботи елементів електронної схеми. В даній роботі аналізується вплив температури на характеристики випромінювання лазерного діода, як одного з елементів ВОГ.

Аналіз впливу температури на чутливість ВОГ є важливим питанням при проектуванні подібних систем, оскільки є одним з факторів покращення точності навігаційної системи.

МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є перевірка шляхом комп'ютерного моделювання залежності характеристик лазерного діода, що використовується у ВОГ, від дій температури і пропонування засобу зменшення цієї дії на точність ВОГ.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Типова схема ВОГ приведена на рисунку 1 [1]. Як видно з рисунку ВОГ містить такі основні компоненти: лазерний діод, відгалужувач, поляризатор, сенсорну спіраль, фазовий модулятор, фотоприймач. В схемі використовується лазерний діод з низькою часовою когерентністю. Використання такого типу лазерних діодів дозволяє зменшити негативний вплив поляризаційних факторів, факторів зворотного розсіювання випромінювання та інших на дрейф нуля ВОГ. На точність системи вимірювання кутової швидкості впливає температура середовища та системи в цілому. Ширина спектру випромінювання таких лазерних діодів лежить в межах 20-30нм. Центральна довжина хвилі випромінювання залежить від температури джерела, яка змінюється як внаслідок

його роботи так і внаслідок дії зовнішнього середовища.

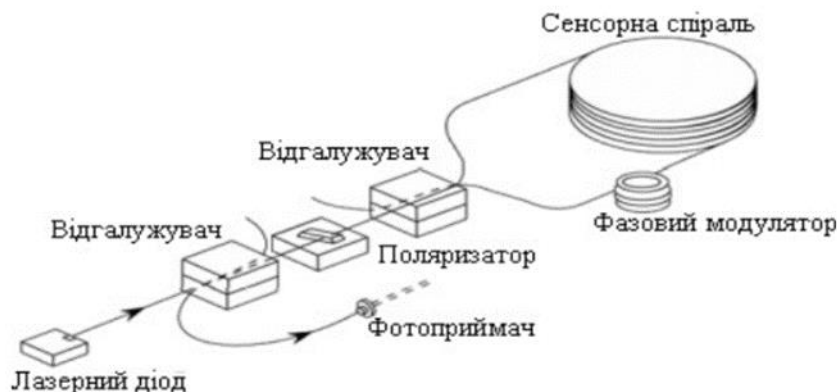


Рисунок 1. Типова схема волоконно-оптичного гіроскопа

На рисунку 2 показані зміни центральної довжини хвилі лазерного діода та ширини спектру випромінювання після холодного запуску за постійної температури навколишнього середовища. Зміни центральної довжини хвилі за першу годину приблизно узгоджуються з експоненціальним законом і не перевищують 90ррт. Такі зміни забезпечують стабільність масштабного коефіцієнта 0,009% при постійній температурі навколишнього середовища та холодному запуску.

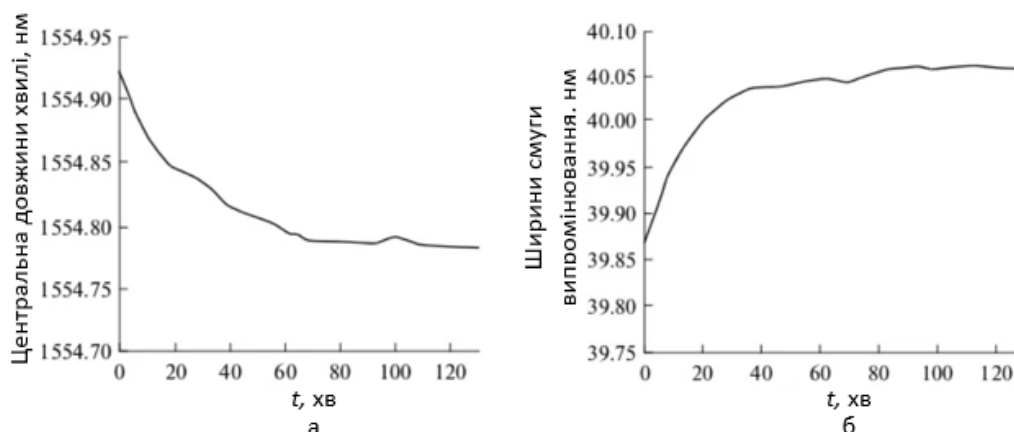


Рисунок 2. Показані зміни центральної довжини хвилі лазерного діода (а) та ширини спектру випромінювання (б) після холодного запуску за постійної температури навколишнього середовища.

Під час самонагрівання температура також змінюється за експоненціальним законом, тому можна знайти коефіцієнт теплового дрейфу центральної довжини хвилі лазерного джерела, який становить 7,7ррт/°С. На рисунку 3 представлені зміни центральної довжини хвилі лазерного діода при підвищенні температури на 20°С після нагріву гіроскопа протягом 190хв.

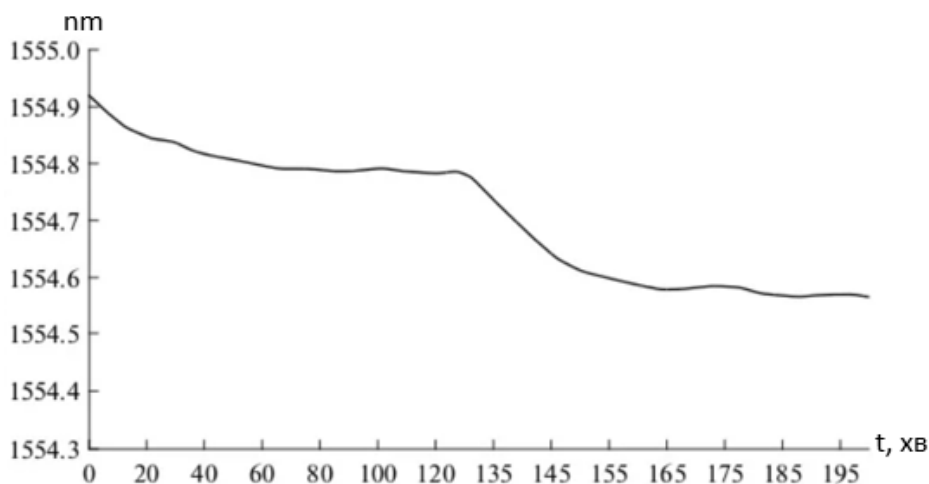


Рисунок 3. Зміна центральної довжини хвилі лазерного діода через підвищення температури навколишнього середовища на 20 °C.

Графік демонструє, що центральна довжина хвилі майже лінійно залежить від температури навколишнього середовища, що дає можливість збільшити масштабний коефіцієнт стійкості на порядок ніж за допомогою термічної корекції центральної довжини хвилі лазерного діоду.

Однак із вищенаведеного аналізу випливає, що нестабільність центральної довжини хвилі лазерного діоду, навіть без термічної корекції, навряд чи подовжить час готовності ВОГ. Швидше за все, час готовності ВОГ подовжується за рахунок коливань вихідної потужності лазерного діоду при його холодному запуску, оскільки період коливань потужності лазерного діоду (рисунок 4) і час прогріву ВОГ майже збігаються [2].

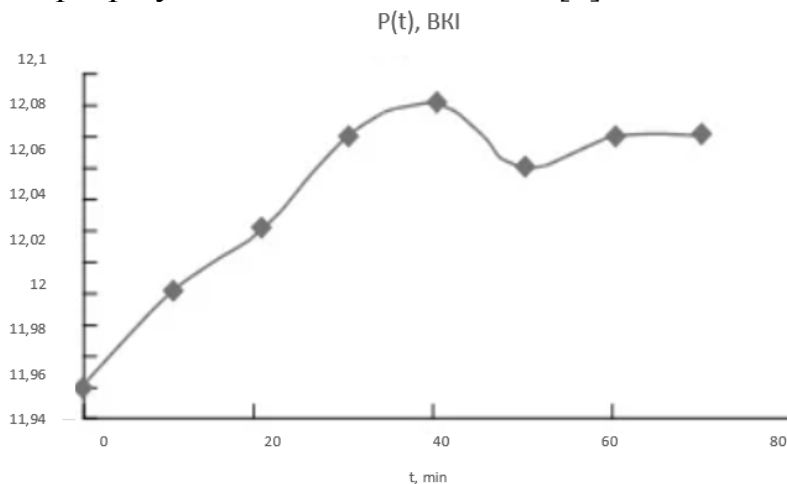


Рисунок 4. Зміни вихідної потужності НТК після холодного пуску.

Для підвищення точності гіроскопа може бути використана додаткова електронна схема, яка містить другий синхронний детектор, який виводить на фотодетектор сигнал, пропорційний постійному оптичному сигналу. Після масштабування цей сигнал можна використовувати для стабілізації амплітуди вихідного сигналу гіроскопа з розімкненим контуром.

Цей принцип забезпечує стабільне зміщення та рівний масштабний коефіцієнт з різною інтенсивністю оптичного сигналу та посиленням

електронної схеми. Використання додаткового електронного каналу покращує загальну продуктивність гіроскопа, включаючи час розігріву після старту.

ВИСНОВКИ

Зміни центральної довжини хвилі за першу годину після запуску приблизно узгоджуються з експоненціальним законом і не перевищують 90ppm. Такі зміни забезпечують стабільність масштабного коефіцієнта 0,009% при постійній температурі навколишнього середовища та холодному запуску.

Центральна довжина хвилі лазерного діоду майже лінійно залежить від температури навколишнього середовища, що дає можливість збільшити масштабний коефіцієнт стійкості на порядок ніж за допомогою термічної корекції центральної довжини хвилі.

Нестабільність центральної довжини хвилі лазерного діоду, навіть без термічної корекції, навряд чи подовжить час готовності ВОГ. Швидше за все, час готовності ВОГ подовжується за рахунок коливань вихідної потужності лазерного діоду при його холодному запуску, оскільки період коливань потужності і час прогріву ВОГ майже збігаються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Г. А. Павлат, «Волоконно-оптичні гіроскопи із замкненим контуром», Proc. SPIE, вип. 2837, с. 46-60, 1996.
- [2] P. F. Wysocki, M. J. F. Digonnet, Kim, and H. J. Shaw, «Characteristics of Erbium-Doped Superfluorescent Fiber Sources for Interferometric Sensor Applications, J. Light wave Technology », J. «*Light wave Technology*», 1994, vol. LT-12, no. 1, pp. 550-567.
- [3] A. M. Kurbatov and R. A. Kurbatov, « New Optical W Fiber Panda for Fiber Optic Gyroscope Sensitive Coil », «*Technical Physics*», 2010, vol. 36, no. pp. 789 791.