
УДК 623.004.67

В.П. Лисечко, Є.П. Шевцов

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

КОМПЕНСАЦІЯ НАДЛИШКОВОГО ШУМУ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОМУ ГІРОСКОПІ З ВІДГАЛУДЖЕВАЧЕМ ТИПУ 3×3

У роботі розглянуто схему волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджувачем типу 3×3, який дозволяє компенсувати надлишковий шум за рахунок використання відповідних режимів роботи розглянутої системи.

Ключові слова: *волоконно-оптичний гіроскоп, надлишковий шум.*

Вступ

Постановка задачі. Один зі шляхів підвищення точності волоконно-оптичних гіроскопів пов'язана

ний з використанням у них суперфлюоресцентних волоконних джерел випромінювання. Такі джерела близькі за властивостями до теплових й характери-

зуються високим рівнем надлишкового шуму. Експерименти показують, що надлишковий шум домінує над іншими шумами вже при потужностях на фотодетекторі порядку 10 mW [1]. Тому проблема зменшення його впливу на точність гіроскопів становить великий інтерес.

Аналіз літератури В сучасних літературних джерелах [1 – 3] розглядаються питання компенсації надлишкового шуму. Однак, це питання потребує подальшого дослідження з більш детальним аналізом схем побудови оптичних гіроскопів.

Метою роботи є дослідження властивостей схеми волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджувачем типу 3×3, яке дозволяє визначити методи компенсації надлишкового шуму за рахунок зниження рівня поляризаційних шумів.

Основний матеріал

У когерентно-оптичному зв'язку для придушення надлишкового шуму гетеродина використовується балансове детектування. Балансове детектування можна застосувати й у волоконно-оптичних гіроскопах, використовуючи як опорний сигнал випромінювання джерела, затримане на час проходження світла по оптичному тракту волоконно-оптичних гіроскопів [4].

Однак реалізація балансового детектування у звичайній "мінімальній" схемі волоконно-оптичних гіроскопів із входним і контурним відгалуджувачем типу 2×2 сполучена з рядом труднощів, пов'язаних з забезпеченням когерентної взаємодії інформативного й опорного сигналів. Ця проблема вирішується значно простіше при використанні в схемі волоконно-оптичного гіроскопа спрямованого відгалуджувача типу 3×3 [2]. На рис. 1 представлена найпростіша схема волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджувачем типу 3×3.

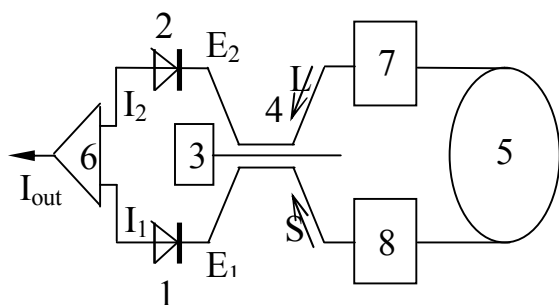


Рис. 1. Схема волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджувачем типу 3×3

Випромінювання від джерела 3 надходить через спрямований відгалуджувач типу 3×3 4 на входи чутливого контуру 5, а потім – на фотодетектори 1 і 2, виходи яких підключені до диференціального підсилювача 6. Кожна із зустрічних хвиль L і S у схемі є й інформативною (сигнальною) і одночасно опорною для іншої хвилі, причому з точністю до множника, у випадку ідеального спрямованого відгалуджувача маємо:

$$L = A \cdot \exp(i \cdot \varphi) \cdot \exp(-i \cdot \varphi_0); \quad (1)$$

$$S = A \cdot \exp(i \cdot \varphi) \cdot \exp(i \cdot \varphi_0). \quad (2)$$

Тут A і φ – відповідно амплітуда й фаза хвиль, а φ_0 – невзаємний (саньяковський) фазовий зсув. Сигнали, що надходять на фотодетектори:

$$E_1 = S + \exp(i \cdot \varphi_1 \cdot L); \quad (3)$$

$$E_2 = L + \exp(i \cdot \varphi_1 \cdot S), \quad (4)$$

де φ_1 – різниця фаз сигналів, що пройшли через спрямований відгалуджувач по "прямому" і "перехресному" каналах.

Струми фотодетекторів (які вважаються ідентичними):

$$I_1 = |S|^2 + |L|^2 + \exp(i \cdot \varphi_1) \cdot L \cdot S^* + \exp(-i \cdot \varphi_1) \cdot S \cdot L^* + n_1; \quad (5)$$

$$I_2 = |S|^2 + |L|^2 + \exp(i \cdot \varphi_1) \cdot S \cdot L^* + \exp(-i \cdot \varphi_1) \cdot L \cdot S^* + n_2,$$

де n_1 і n_2 – шуми фото детектування.

На виході диференціального підсилювача

$$I_{out} = 2 \cdot |A|^2 \cdot \sin(\varphi_1) \cdot \sin(2 \cdot \varphi_0) + n_1 - n_2. \quad (6)$$

Таким чином, надлишковий шум, зумовлений фоновим засвітленням фотодетекторів, виявляється скомпенсованим. З (5), (6) слідує також, що волоконно-оптичний гіроскоп з контурним спрямованим відгалуджувачем типу 3×3 і балансовим детектуванням працює у квадратурному режимі, його оптичний масштабний коефіцієнт такий же, як і в "мінімальній" схемі, однак електричний масштабний коефіцієнт менше, оскільки $\varphi_1 \neq \pi/2$.

Висновки

1. Розглянута схема становить інтерес для волоконно-оптичного гіроскопа грубого й середнього класів точності.

2. Для волоконно-оптичних гіроскопів високої точності можна використати модифіковану "мінімальну" схему зі спрямованим відгалуджувачем типу 3×3.

3. В випадку модифікованої "мінімальної" схеми зі спрямованим відгалуджувачем типу 3×3 в обидва канали включаються додаткові елементи 7, 8, що забезпечують можливість підвищення точності пристрою за рахунок зниження рівня поляризаційних шумів, усунення паразитної модуляції й інших несприятливих факторів.

Список літератури

1. Волоконно-оптические датчики: пер. с япон. / Под ред. Т. Окоси. – М.: Мир, 1997. – 228 с.
2. Marcuse D. Оптические волноводы: пер. с англ. / D. Marcuse. – М.: Наука, 342 с.
3. Бакланов И.Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях / И.Г. Бакланов. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2006. – 240 с.

Надійшло до редколегії 20.11.2008

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

КОМПЕНСАЦИЯ ЧРЕЗМЕРНОГО ШУМА В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОМ ГИРОСКОПЕ С РАЗВЕТВИТЕЛЕМ ТИПА 3×3

В.П. Лысечко, Е.П. Шевцов

В работе рассмотрена схема волоконно-оптического гироскопа с разветвителем типа 3×3, который позволяет компенсировать чрезмерный шум за счёт использования соответствующих режимов работы рассматриваемой системы.

Ключевые слова: волоконно-оптический гироскоп, чрезмерный шум.

INDEMNIFICATION OF EXCESSIVE NOISE IS IN FIBER-OPTIC GYROSCOPE WITH COUPLER OF TYPE 3×3

V.P. Lysechko, E.P. Shevtsov

In work the chart of fiber-optic gyroscope is considered with coupler of type 3×3, which allows to compensate excessive noise due to the use of the proper modes of operations of the examined system.

Keywords: fiber-optic gyroscope, excessive noise.
