

Коррекция динамических погрешностей при измерении потерь кольцевого резонатора по ширине резонансной кривой.

В.В Азарова², А.Л. Бондарев², А.С. Бессонов¹, А.П. Макеев², Е.А. Петрухин²

¹Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики

²АО "НИИ "Полюс" им. М.Ф. Стельмаха"

В современных лазерных гироскопах используются кольцевые резонаторы, суммарные потери которых варьируются в диапазоне от 100 до 3000 ppm, в зависимости от типа лазерного гироскопа. Измерения потерь в кольцевом резонаторе проводят либо по времени затухания излучения в резонаторе, либо по ширине резонанса излучения, выходящего из резонатора[1]. Выбор метода зависит от предполагаемой величины измеряемых потерь[2]. Так, при увеличении потерь, время затухания уменьшается, и возникают технические сложности регистрации оптических импульсов, в результате измерения потерь необходимо проводить по ширине резонанса интенсивности. В свою очередь вид резонанса интенсивности при малых потерях (менее 300 ppm) искажается и перестает соответствовать потерям в резонаторе.

В настоящей работе представлен двухканальный способ измерения, снимающий ограничения метода измерения по ширине резонанса излучения для малых значений потерь. Метод основан на сравнении потерь в измеряемом и образцовом резонаторах. Для создания образцового резонатора была построена установка, в которой собственные колебания в образцовом резонаторе возбуждались во встречных направлениях. В качестве источника излучения использовался зеемановский кольцевой лазер с магнитооптической подставкой. Для калибровки измерений потерь использовалась частота биений лазера.

В дальнейшем для калибровки используется уже образцовый резонатор, что приводит к упрощению юстировки измеряемого резонатора и существенно ускоряет измерения. Ширины резонансных кривых измеряемого и образцового резонаторов измеряются с помощью аналого-цифрового преобразователя и компьютера. Для сглаживания данных при их компьютерной обработке использовалась математическая регрессия с использованием функции Лоренца в качестве аппроксимирующей функции.

При малых потерях, излучение в резонаторе не успевает затухнуть до начала следующего периода сканирования, что приводит к искажению лоренцевой формы резонансной кривой[3]. Особенностью метода является учет динамических искажений резонансных кривых. Динамические искажения приводят к тому, что результат измерений зависит от скорости прохождения межмодового интервала между соседними продольными модами (Рис.1). Для исключения этих погрешностей используемый алгоритм позволяет контролировать скорость сканирования и затем производить необходимую коррекцию результата измерений. В ходе работ была подтверждена высокая степень соответствия результатов моделирования экспериментальным данным. На основе модели была создана программа,

позволяющая рассчитать скорость прохождения межмодового интервала по искажениям сигнала из образцового резонатора и на основе искаженного сигнала измеряемого резонатора вычислить его потери.

Для оценки работоспособности метода при различных временах сканирования проводилось измерение потерь. При увеличении времени сканирования резонансные кривые принимают форму Лоренца и результаты измерений не нуждаются в коррекции (Рис.2). При уменьшении времени сканирования значения нескорректированных потерь увеличивались до 71%. Таким образом представленная установка позволяет определять потери высокодобротных резонаторов методом измерения ширины резонансной кривой с последующей алгоритмической коррекцией.

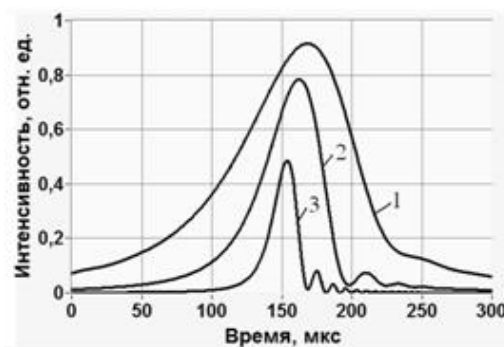


Рис.1. Сравнение расчетных форм резонансов интенсивности при временах сканирования, равных 5 с (1), 2 с (2) и 0,5 с (3).

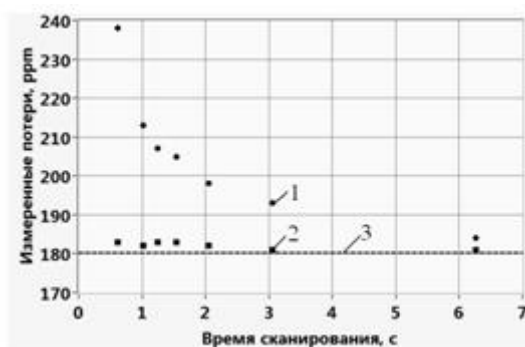


Рис.2. Сравнение нескорректированных (1) и скорректированных (2) зависимостей потерь от времени сканирования T . Действительные потери измеряемого КР - (180 ± 2) ppm (3).

Литература.

1. Федоров А.Е., Зборовский В.А., Рекунов Д.А., Успехов Н.В., Плешаков Н.С., Мотов П.Д. – сб. Труды XXII Санкт-Петербургской международной коференции по интегрированным навигационным системам – 2015. – с. 308-313.
2. Азарова В.В., Ефремова Н.А. Комплексный метод измерения потерь и усиления в активных и пассивных кольцевых лазерных резонаторах. – Квантовая электроника. – 2002. – №3.
3. Lawrence M.J., Willke B., Husman M.E., Gustafson E.K., Byer R.L., Dynamic response of a Fabry–Perot interferometer – 1999. – JOSA. – №16. – page 523.