

ЛАЗЕРНЫЙ ИНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВОДУ И ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ

Саримов Р.М., Перлов А.В., Бинги В.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, 119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38, тел 8(499)1350158, rusa@kapella.gpi.ru

Коэффициент преломления является удобным параметром для изучения воздействия различных физико-химических факторов на воду и водные системы. Для изучения влияния постоянных и низкочастотных магнитных полей создана установка на основе интерферометра Маха-Цендера. Схема установки показана на рисунке 1. Установка крепится на оптическом столе. Основа интерферометра — гелий-неоновый лазер (L) ЛГН-207А с длиной волны 632.8 нм, оптическая система из двух полупрозрачных (Bs1, Bs2) и двух непрозрачных зеркал (M2, M3) и линзы (MG) для масштабирования интерференционной картины. Два вспомогательных зеркала (M1, M4) используются для уменьшения размеров установки. Отличие интерферометра от аналогичных установок — это прохождение разделенных лучей через кюветы с исследуемыми контрольным и опытным образцами (S1, S2) и увеличенный размер, позволяющий организовать магнитную экспозицию. Изменения в интерференционной картине в процессе эксперимента следуют из различий в показателях преломления в опытной и контрольной кюветах.

Система съема изображений также отличается от обычно используемых в интерферометрах CCD-матриц. Для оцифровки интерференционной картины применяется фотодиодная линейка СФД4-05 (Fd1). Линейка состоит из четырех фотодиодов размером 2.4 на 1.1 мм и межэлементным зазором 0.4 мм. Расстояние между линиями интерференционных максимумов в интерферометре подбиралось так, чтобы в пространство между соседними интерференционными максимумами попадало 3 фотодиода. Для контроля интенсивности излучения лазера в установке используется дополнительный фотодиод (Fd2) установленный так, чтобы отраженный от полупрозрачной пластины (G) луч лазера попадал на нее до разделения в интерферометре (рис. 1). Сигналы с фотодиодов, которые регистрируют интерференционную картину, нормированы на сигнал с данного фотодиода. Это позволяет устранить помехи, связанные с нестабильностью интенсивности излучения лазера. Далее сигнал оцифровывается на 16-битном АЦП-ЦАП NI USB-6251 (National Instruments, USA) и выводится на компьютер. Использование фотодиодных линеек вместо CCD-матриц с одной стороны упростило систему, с другой стороны дало возможность увеличить скорость сбора данных.

Показатель преломления n жидкости зависит от температуры. Для воды в красной области спектра при комнатных температурах n меняется примерно на 10^{-4} при изменении температуры на 1° . Это можно использовать для оценки точности измерения изменений n при помощи данного интерферометра. Кюветы с длиной оптического пути 50 мм заполняли дистиллированной водой. На кюветах фиксировали датчики температуры (NTC-термисторы). Затем одну из двух кювет (S1) нагревали и с помощью фотодиодов фиксировали сдвиг интерференционной картины. На рисунке 2 представлена 100-секундная запись сигналов с диодов (F1-F4) фотодиодной линейки (Fd1), а также разница температур (T) между кюветами. Рост температуры на 0.5° приводил к сдвигу интерференционной картины на 2 периода. Таким образом, перемещение интерференционной картины на четверть периода, что легко регистрируется по изменению сигналов фотодиодов, соответствует изменению показателя преломления менее чем на 10^{-5} . Ожидаемая точность измерений, после устранения влияний разнообразных фликкер-шумов и программной обработки сигналов, составляет около 10^{-6} , что сопоставимо с предельной точностью интерференционных рефрактометров [1-3].

Использование двух образцов позволяет исключить синхронные долговременные релаксационные процессы (температурные вариации, химическая релаксация и др.) и выделить сигнал, соответствующий только исследуемому эффекту физико-химического воздействия.

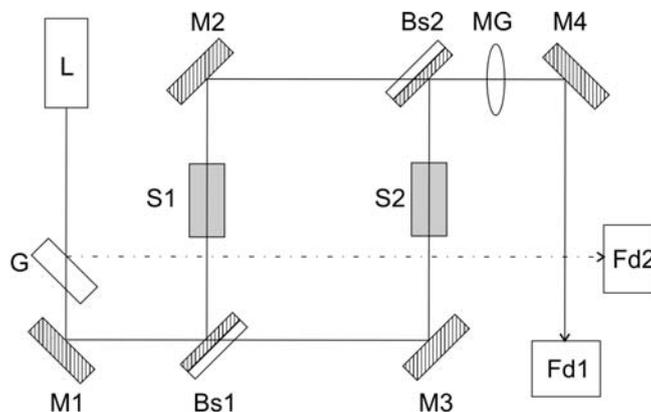


Рис. 1 Схема установки

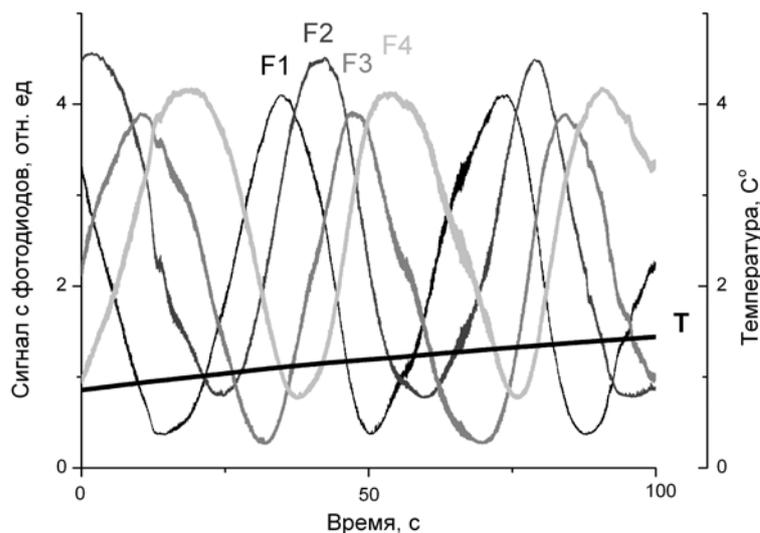


Рис. 2 Сдвиг интерференционной картинке при нагреве одной из кювет с водой

Данный лазерный интерферометр предполагается использовать для исследования влияния низкоинтенсивных физико-химических воздействий, в том числе электромагнитных, на водные системы.

Список литературы

1. Allsop, T., et al., A high sensitivity refractometer based upon a long period grating Mach-Zehnder interferometer. Review of Scientific Instruments, 2002. **73**(4): p. 1702.
2. Flores, A., et al. Undergraduate experiments in optics employing a fiber optic version of the Mach-Zehnder interferometer. 2001.
3. Villatoro, J. and D. Monzón-Hernández, Low-cost optical fiber refractive-index sensor based on core diameter mismatch. Journal of Lightwave Technology, 2006. **24**(3): p. 1409-1413.

A LASER INTERFEROMETER FOR STUDYING PHYSICO-CHEMICAL INFLUENCES ON WATER AND WATER SOLUTIONS.

Sarimov R.M., Perlov A.V., Binhi V.N.

General Physics Institute RAS, rusa@kapella.gpi.ru