

06.3;07;12

©1994

ФАРАДЕЕВСКИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТОКА С КОМПЕНСАЦИЕЙ ВЛИЯНИЯ ЛИНЕЙНОГО ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ

*Ю.О.Барменков, В.А.Беляков,
С.Е.Бендер, Н.М.Кожевников, А.А.Медведев*

Среди факторов, ограничивающих работоспособность однопроходного фарадеевского волоконно-оптического датчика (ФВОД), предназначенного для диагностики разрядного тока плазмы в мощных токамаках, в первую очередь следует назвать наведенное линейное двулучепреломление, возникающее в одномодовом волоконном световоде (ОВС) вследствие нестационарных механических возмущений [1-3], и "потемнение" кварцевых ОВС под действием интенсивной радиации [4]. Для компенсации влияния первого из названных факторов в [5,6] была применена двухпроходная схема ФВОД с фарадеевской 45° ячейкой между торцом ОВС и возвратным зеркалом. Демонстрационный характер приведенных в [5,6] результатов делает актуальным дальнейшее исследование такого ФВОД, в частности, изучение зависимости эффективности компенсации от угла невзаимного поворота азимута поляризации. Так как известные методы повышения радиационной стойкости кварцевых ОВС приводят к сильному поглощению в области длин волн $\lambda < 1$, а также вблизи $\lambda = 1.38$ мкм [7,8], в рассматриваемой ниже двухпроходной схеме ФВОД использовалось излучение с длиной волны $\lambda = 1.15$ мкм.

Схема датчика приведена на рис. 1. Излучение He-Ne лазера ЛГ-126 ($\lambda = 1.15$ мкм, выходная мощность в одномодовом режиме ~ 4 мВт) после прохождения поляризатора 2 и светоделителя 3 микрообъективом 4 вводилось в изотропный ОВС 5 (длина поляризационных биений ~ 100 м, эффективность ввода $\sim 30\%$), намотанный (10 витков) на обруч диаметром 60 см. Для имитации механических возмущений использовался пьезоэлектрический модулятор 7, осуществляющий периодическое (с частотой 10 кГц) сдавливание небольшого участка ОВС. "Полезный" сигнал создавался катушкой 8 (800 витков), подключенной к генератору синусоидального тока 9 (частота 200 Гц, амплитуда тока до 1 А).

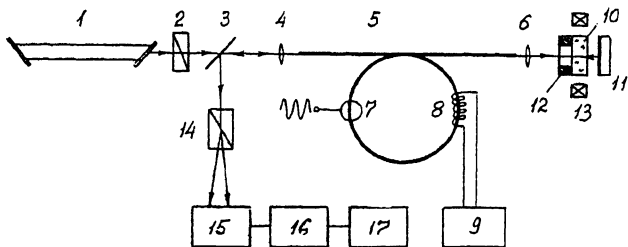


Рис. 1.

Излучение с противоположного торца ОВС коллимировалось микрообъективом 6 и после двукратного прохождения кристалла железо-иттриевого граната (ЖИГ) 10 тем же объективом 6 вводилось обратно в ОВС. В качестве возвратного зеркала 11 использовалось интерференционное зеркало на длину волны $\lambda = 1.06$ мкм, пропускающее излучение с $\lambda = 0.63$ и $\lambda = 1.15$ мкм (коэффициент пропускания $\sim 5\%$), что существенно облегчало настройку ФВОД. Кристалл ЖИГ находился в поле постоянного Sm-Co магнита 12, обеспечивающего поворот азимута поляризации на угол $\alpha = 45^\circ$. Этот угол мог изменяться в небольших пределах ($45^\circ \dots 40^\circ$) с помощью катушки 13. Рабочие грани кристалла имели просветляющие покрытия, так что суммарные потери при двойном прохождении составляли $\sim 50\%$.

Выходное излучение ОВС, мощность которого при тщательной настройке доходила до 100 мкВт, светоделителем 3 направлялось на призму Волластона 14, которая юстировалась таким образом, что в отсутствии поляризационной

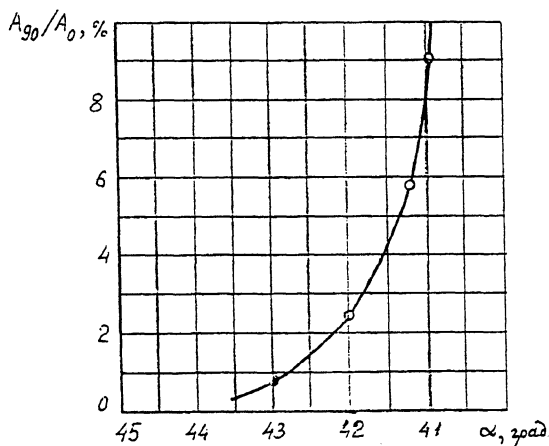


Рис. 2.

модуляции интенсивности ортогонально поляризованных пучков были одинаковы. Эти пучки направлялись на двухканальное фотоприемное устройство (ДФПУ) 15 на основе германиевых фотодиодов ФД-10Г. Разностный сигнал с выхода ДФПУ усиливался селективным вольтметром 16 и регистрировался осциллографом 17.

Эффект компенсации влияния наведенного линейного двулучепреломления демонстрирует рис. 2, где по оси ординат отложено отношение амплитуд сигнала модуляции линейной анизотропии (на частоте 10 кГц) в присутствии (A_{90}) и в отсутствии (A_0) ячейки Фарадея между торцом ОВС и возвратным зеркалом. Как видно из этого рисунка, максимальное подавление сигнала составило ~ 20 дБ и ограничивалось поляризационными шумами, обусловленными отражением от непосредственных торцов ОВС. Ухудшение качества компенсации начинало проявляться при $\alpha = 43^\circ$.

Что касается "полезного" сигнала, обусловленного магнитооптическим поворотом азимута поляризации, то при переходе в режим компенсации его амплитуда не изменялась. Реализованная чувствительность измерения угла поворота составила $\sim 10^{-6}$ рад(Вт/Гц) $^{1/2}$.

Таким образом, приведенные результаты подтвердили перспективность использования двухпроходной схемы ФВОД, которая при сохранении высокой чувствительности измерения малых углов невзаимного поворота азимута поляризации обеспечивает уменьшение влияния взаимной линейной анизотропии на два порядка.

Авторы выражают благодарность А.С.Трифонову за помощь в работе и обсуждение результатов.

Список литературы

- [1] Chandler G.I., Forman P.R., Jahoda F.C., Klare K.A. // Appl. Opt. 1986. V. 25. N 11. P. 1770-1774.
- [2] Jahoda F.C. // Proc. LAPD IV. 1989. V. 1. P. 326-331.
- [3] Kozhevnikov N.M., Barmenkov Yu.O., Belyakov V.A., Medvedev A.A., Razdobarin G.T. // Proc. SPIE. 1991. V. 1584. P. 138-144.
- [4] Iida T., Ire S., Sumita K. // IEEE Trans. on Nuclear Science. 1988. V. 35. N 1. P. 898-902.
- [5] Геликонов В.М., Гусовский Д.Д., Леонов В.И., Новиков М.А. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. В. 13. С. 775-779.
- [6] Геликонов В.М., Леонов В.И., Новиков М.А. // Квантовая электроника. 1989. Т. 16. В. 9. С. 1905-1910.
- [7] Дианов Е.М., Карпачев Н.С., Корниенко Л.С., Мазавин С.М., Мирошниченко С.И., Рыбалтовский А.О., Чернов В.П. // Физика и химия стекла. 1986. Т. 12. В. 5. С. 555-561.
- [8] Stolen R.H. // J. Chem. Phys. 1976. V. 64. N 12. P. 2623-2631.

Санкт-Петербургский
государственный технический
университет

Поступило в Редакцию
20 октября 1993 г.