

на сегодняшний день является алмаз. Косвенным подтверждением аномального упрочнения C_{60} является факт проскальзывания при сдвиге между наковальной и аморфным C_{60} , что свидетельствует о достаточно высоком пределе текучести последнего (напомним, что давление в опыте было 20 ГПа, следовательно, трение между C_{60} и наковальной должно быть порядка этой же величины которая сравнима с пределом текучести алмаза. а предел текучести аморфного C_{60} должен превышать величину трения, чтобы осуществилось проскальзывание).

Таким образом, обнаружено два новых фазовых перехода при комнатной температуре с ростом давления. Кроме того, проведенные исследования показали, что твердость фазы IV (аморфный C_{60}) не меньше, чем у алмаза (при давлении 29 ГПа).

В заключение выражаем глубокую благодарность Б.А. Кульницкому и Е.В. Татьянину за проведенный анализ образцов на трансмиссионном электронном микроскопе.

Список литературы

- [1] *Ruoff S.R., Ruoff A.L.* // Nature. 1991. Vol. 350. P. 663–664.
- [2] *Samara G.A., Schirber J.E., Morosin B. et al.* // Phys. Rev. Lett. 1991. Vol. 67. P. 3136.
- [3] *Yoo C.S., Nellis W.J.* // Chemical Phys. Lett. 1992. Vol. 198. P. 379–382.
- [4] *Барabanов И.А., Бланк В.Д., Коняев Ю.С.* // ПТЭ. 1987. N 2. С. 176–177.
- [5] *Бланк В.Д., Богусловский Ю.Я., Еремец М.И. и др.* // ЖЭТФ. 1984. Т. 87. Вып. 3 (9). С. 922–926.

07
© 1994 г.

Журнал технической физики, т. 64, в. 8, 1994

РЕГИСТРАЦИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО СИГНАЛА НА ВЫХОДЕ ДВУХМОДОВОГО ВОЛОКНА В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ФАЗОВЫХ СДВИГОВ

О.И.Котов, Л.Б.Лиокумович, А.В.Медведев, В.М.Николаев

Санкт-Петербургский государственный технический университет,
195251

(Поступило в Редакцию 14 февраля 1994 г.)

В последнее время для создания волоконно-оптических датчиков (ВОД) и других волоконных измерительных устройств успешно применяются интерферометрические схемы. Для волоконных интерферометров Фабри–Перо, Маха–Цендера и тому подобных разработаны относительно простые способы реверсивного счета полос. Однако в случае распределенных ВОД большой длины систем контроля оптической длины волоконных линий передачи и других волоконных измерительных систем с большой базой предпочтительным представляется режим межмодовой интерференции в волоконных световодах.

Рассмотрим световод длиной L , в котором распространяются две моды с постоянными распространения β_1 и β_2 . Сигнал интерференции

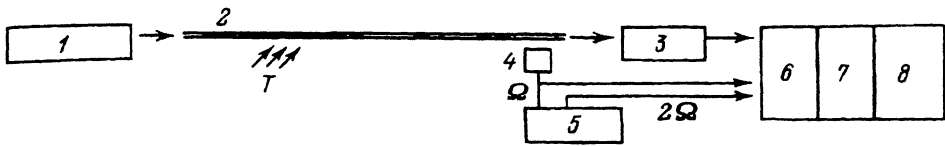


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 — лазер, 2 — оптическое волокно, 3 — фотоприемник, 4 — пьезокерамический волоконный модулятор, 5 — генератор, 6 — блок выделения квадратурных сигналов, 7 — блок обработки квадратурных сигналов, 8 — счетчик.

мод, принимаемый фотоприемником, очевидно, имеет вид

$$U \sim \cos(\varphi),$$

где $\varphi = (\beta_1 - \beta_2) \cdot L$ — разность фаз мод на выходе световода.

Существенное воздействие на волокно приводит к сильному изменению величины φ и сдвигу интерференционного сигнала на соответствующее число “полос” (периодов)

$$K = \Delta\varphi/2\pi.$$

Для обеспечения реверсивности счета полос межмодового интерференционного сигнала применен способ, разработанный для волоконного интерферометра Фабри-Перо [1]. Он использует вспомогательную модуляцию φ пьезокерамическим волоконно-оптическим модулятором с частотой Ω

$$\varphi = \varphi_0 + m \sin(\Omega t).$$

Тогда интерференционный сигнал примет вид

$$U \sim \cos(\varphi_0 + m \sin(\Omega t)) = \cos(\varphi_0) \cos(m \sin \Omega t) - \sin(\varphi_0) \sin(m \sin \Omega t).$$

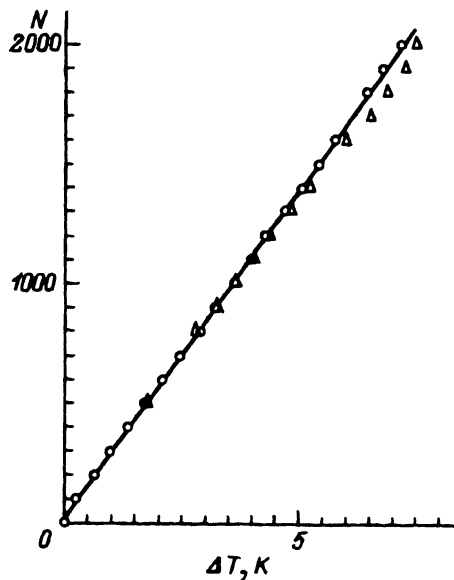


Рис. 2. Зависимость показаний счетчика от температуры волокна.

о — нагрев волокна, Δ — остывание волокна.

Первое слагаемое дает только четные гармоники частоты Ω , второе — нечетные [2]

$$\cos(m \sin \Omega t) = J_0(m) + 2J_2(m) \cos(2\Omega t) + 2J_4(m) \cos(4\Omega t) + \dots,$$

$$\sin(m \sin \Omega t) = 2J_1(m) \sin(\Omega t) + 2J_3(m) \sin(3\Omega t) + \dots$$

Для четных гармоник множителем является $\cos(\varphi_0)$, для нечетных — $\sin(\varphi_0)$. Таким образом, с помощью фильтрации I и II гармоник интерференционного сигнала и синхронного детектирования выделяются квадратурные сигналы $\sin(\varphi_0)$ и $\cos(\varphi_0)$. Совместная обработка этих сигналов позволяет регистрировать направление и величину сдвига интерференционного сигнала с точностью до $1/4$ полосы. Показания счетчика N в этом случае

$$N = 4(\Delta\varphi/2\pi).$$

Блок-схема установки представлена на рис. 1. Использовалось двухмодовое (при $\lambda = 0.63$ мкм) волокно длиной $L \simeq 300$ м, которое подвергалось температурному воздействию. Зависимость показаний счетчика N от изменения температуры волокна ΔT показана на рис. 2 (расхождение показаний при нагреве и остывании волокна связаны, по-видимому, с расхождением между средней температурой волокна и регистрируемой температурой в точке расположения термодатчика).

Таким образом, получена устойчивая регистрация сдвигов интерференционного сигнала на выходе двухмодового волокна с точностью до $1/4$ полосы. Разность фаз интерферирующих мод линейно зависит от температуры ВО кабеля, что может быть использовано для контроля оптической длины волоконных линий передачи и других волоконных измерительных систем с большой базой.

Список литературы

- [1] Котов О.И., Медведев А.В., Николаев В.М. А.С. № 1528518. БИ. 1989. № 46.
- [2] Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М., 1986. 321 с.