

Фазовый сдвиг автомодуляционных колебаний в кольцевом Nd:YAG-чип-лазере в магнитном поле

Н.В.Кравцов*, Е.Г.Ларионцев*, С.С.Сидоров**, С.Н.Чекина**, В.В.Фирсов*

Установлено, что в кольцевом чип-лазере на YAG:Nd, работающем в автомодуляционном режиме I рода, при наложении постоянного магнитного поля возникает фазовый сдвиг автомодуляционных колебаний во встречных волнах, зависящий от напряженности магнитного поля.

Ключевые слова: магнитооптика, динамика лазеров, автомодуляционный режим.

Одним из наиболее интересных режимов генерации кольцевых лазеров является автомодуляционный режим I рода. До последнего времени считалось, что для этого режима характерными являются противофазные (фазовый сдвиг автомодуляционных колебаний равен π) автоколебания интенсивностей встречных волн. Было показано, что наложение магнитного поля на активную среду кольцевого лазера приводит к изменению частоты автоколебаний [1–3] и расщеплению спектра релаксационных колебаний [4, 5]. Причиной этого, как показано в [6], является возникновение частотной невязимости резонатора кольцевого лазера вследствие эффекта Фарадея. Однако, как показано в работах [4–6], частотная невязимность не должна приводить к изменению разности фаз автомодуляционных колебаний интенсивностей встречных волн.

В настоящей работе впервые экспериментально продемонстрировано возникновение фазового сдвига между автомодуляционными колебаниями встречных волн в кольцевом твердотельном лазере при наложении постоянного магнитного поля.

Исследования проводились на стабилизированном одночастотном монолитном кольцевом чип-лазере на YAG:Nd, работающем в автомодуляционном режиме I рода. Конструкция и характеристики лазера подробно рассмотрены в [7]. Геометрический периметр резонатора составлял 2.6 см, угол неплоскостности резонатора $\beta = 80^\circ$. Накачка производилась полупроводниковым лазером на длине волны 0.81 мкм. Постоянное магнитное поле с напряженностью H до 500 Э создавалось электромагнитом. В эксперименте регистрировалось излучение обеих встречных волн. (Для регистрации второй волны использовалось дополнительное селективное зеркало, пропускающее излучение накачки и отражающее излучение генерации.) Сигналы с фотоприемников поступали на двухлучевой осциллограф. Контроль за модовым составом излучения осуществлялся с помощью интерферометра Фабри – Перо.

В отсутствие внешнего магнитного поля (при превышении порога накачки не более чем на 10 %) лазер работал в автомодуляционном режиме I рода. Частота автомодуляции составляла 200 кГц, генерация происходила на одной продольной моде. Проведенные исследования зависимости параметров автомодуляционных колебаний от напряженности магнитного поля показали, что зависимость частоты этих колебаний от H находится в хорошем согласии с результатами теоретических работ [1–3].

Наряду с этим было установлено, что наложение постоянного магнитного поля H на активный элемент кольцевого чип-лазера приводит к возникновению зависящего от напряженности H фазового сдвига $\Delta\phi$ между автомодуляционными колебаниями встречных волн (рис.1).

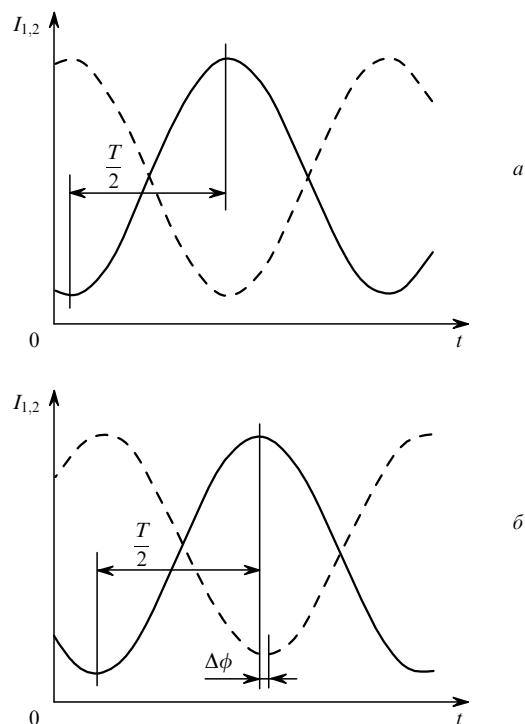


Рис.1. Осциллограммы интенсивностей встречных волн $I_{1,2}$ в отсутствие (а) и при наличии (б) постоянного магнитного поля (T – период автомодуляционных колебаний).

*НИИ ядерной физики им. Д.В.Скобельцына при МГУ им. М.В.Ломоносова, Россия, 119899 Москва, Воробьевы горы

**Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, физический факультет, Россия, 119899 Москва, Воробьевы горы

Фазовый сдвиг зависит от напряженности магнитного поля и его ориентации относительно контура резонатора чип-лазера, а знак фазового сдвига меняется на противоположный при изменении полярности электромагнита. Максимальный фазовый сдвиг, зарегистрированный в экспериментах, достигал $\sim 10^\circ$.

Таким образом, наложение магнитного поля на активную среду кольцевого чип-лазера приводит не только к изменению частоты автомодуляционных колебаний в каждом направлении, но и к возникновению зависящего от напряженности магнитного поля фазового сдвига между ними. Причиной возникновения наблюдаемого эффекта, в принципе, могут быть амплитудная невязанность кольцевого резонатора (разность добротностей резонатора для встречных волн) [8], которая может появиться из-за эффекта Фарадея [9], а также изменение поляризационных характеристик кольцевого резонатора во внешнем магнитном поле. Не исключено, что изменение разности фаз может быть связано и с частотной невязанностью, поскольку выводы о независимости фазового сдвига от частотной невязанности резонатора получены на основе достаточно грубой модели лазера. Дальнейшие исследования этого эффекта, которые предполагается провести в ближайшее время, несомненно пред-

ставляют интерес как для изучения нелинейной динамики и магнитооптики твердотельных кольцевых лазеров, так и для ряда практических применений.

Авторы выражают признательность Н.И.Наумкину за большую помощь при проведении экспериментов. Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 99-02-16054 и 00-02-16041) и УНЦ «Лазерная физика и новые материалы».

1. Кравцов Н.В., Ларионцев Е.Г. *Квантовая электроника*, **30**, 105 (2000).
2. Бойко Д.Л., Кравцов Н.В. *Квантовая электроника*, **25**, 361 (1998).
3. Золотоверх И.И., Ларионцев Е.Г. *Квантовая электроника*, **20**, 67 (1993).
4. Zolotoverkh I.I., Kravtsov N.V., Lariiontsev E.G., Makarov A.A., Firsov V.V. *Optics Comms*, **113**, 249 (1994).
5. Золотоверх И.И., Кравцов Н.В., Кравцов Н.Н., Ларионцев Е.Г., Макаров А.А. *Квантовая электроника*, **24**, 638 (1997).
6. Кравцов Н.В., Кравцов Н.Н. *Квантовая электроника*, **27**, 98 (1999).
7. Бойко Д.Л., Голяев Ю.Д., Дмитриев В.Д., Кравцов Н.В. *Квантовая электроника*, **24**, 653 (1997).
8. Золотоверх И.И., Ларионцев Е.Г. *Квантовая электроника*, **23**, 620 (1996).
9. Бойко Д.Л., Голяев Ю.Д., Леженин Д.Г. *Квантовая электроника*, **24**, 235 (1996).