

## ЧАСТОТНО-СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ГЕЛИЙ-НЕОНОВЫЕ ЛАЗЕРЫ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

**Гелий-неоновые лазеры, стабилизированные методом терморегулирования по заданному соотношению интенсивностей ортогонально поляризованных мод излучения [1], нашли применение в лазерных интерферометрах, используемых для линейных измерений в машиностроении. Ниже рассмотрены характеристики и особенности двух таких лазеров – ЛГН-303М и ЛГН-304М.**

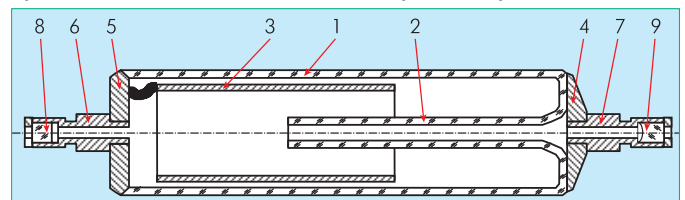
Лазер ЛГН-303 был разработан в компании "Плазма" в 1985 году и выполнен в виде двух блоков: блока излучателя и блока электроники. Они состыковывались с помощью двух кабелей – высоковольтного и сигнального. Этот лазер использовался в машиностроении и в геоэкологии в составе лазерного интерферометра-деформографа [2]. Однако для таких целей, а также для линейных измерений в машиностроении предпочтительнее использовать модернизированные приборы этого класса – ЛГН-303М и ЛГН-304М, разработанные в компании "Лазервариоракурс" в 2006 году.

Основное отличие лазера ЛГН-303М от ЛГН-303 в том, что он выполнен в виде моноблока, объединяющего излучатель, источник питания и систему автоподстройки частоты излучения (метод стабилизации частоты – аналогичен). Преимущество такой конструкции в данном типе лазеров – повышенная надежность благодаря отсутствию высоковольтного кабеля. Нестабильность частоты уменьшена благодаря дополнительной защите излучателя от действия внешних возмущающих факторов. Чтобы уменьшить рассеиваемую мощность моноблока, используется двухполярное питание на постоянном токе с напряжениями +15 В и –24 В. Для согласования с сетью питания 220 В (50 Гц) к прибору прилагается соответствующий адаптер, который выполняется на любое напряже-

ние питания (12 или 24 В), что позволяет использовать для питания аккумуляторы или бортовую сеть 27 В. Прибор может работать в полевых условиях, что важно для применения ЛГН-303М в геоэкологии.

Рассмотрим конструкцию лазера. Его основой является активный элемент (рис.1), выполненный в виде газоразрядной трубки с внутренними зеркалами. Расстояние между зеркалами равно 230 мм, диаметр капилляра 1 мм. Наполнение трубки – смесь гелия-3 и неона-20 в пропорции 7:1. Активный элемент работает при токах 5 мА и имеет выходной спектр излучения в виде двух линейных ортогонально-поляризованных мод  $P_{||}$  и  $P_{\perp}$  с разносом 640 МГц (рис.2).

Мощности этих мод (см. рис.2) меняются в противофазе при изменении длины оптического резонатора  $\Delta L$  и частоты



**Рис. 1** Конструкция активного элемента лазера ЛГН-303М: 1 – баллон газоразрядной трубки; 2 – разрядный капилляр; 3 – катод; 4 – анод; 5 – вывод катода; 6, 7 – юстировочные втулки; 8 – плоское "прозрачное" зеркало; 9 – сферическое "плотное" зеркало

## Основные параметры лазеров ЛГН-303М и ЛГН-304М

Параметр	ЛГН-303М	ЛГН-304М
Спектральный состав излучения	Двухчастотный	Одночастотный
Средняя мощность излучения, мВт	2,0	0,25
Длина волны излучения, мкм	$0,6329910 \pm 2 \cdot 10^{-7}$	$0,6329910 \pm 4 \cdot 10^{-7}$
Время готовности, мин	<30	<20
Относительная нестабильность частоты (за 8 ч)	$2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Относительная нестабильность мощности излучения (за 30 мин)	0,5	0,2
Габаритные размеры: Д×Ш×В, мм	280×140×42	160×87×42

аппаратуре, например в интерферометрах, часто возникают проблемы устойчивости лазеров к обратным отражениям. Это связано с тем, что в лазерах рассматриваемого типа генерируются две ортогонально-поляризованные моды, которые при обратном отражении имеют склонность к скачкам поляризации. Этот недостаток практически полностью устранен в лазере ЛГН-304М.

В данном приборе использован активный элемент с относительно коротким оптическим резонатором (около 100 мм), внутри которого размещена пластинка Брюстера. В результате поляризация излучения жестко стабилизирована, что и определяет малую чувствительность к обратным отражениям. При этом (благодаря малой длине оптического резонатора) мощность излучения в свободном режиме генерации меняется от 0,1 до 0,35 мВт, а спектр излучения содержит одну частоту практически во всём диапазоне перестройки. Стабилизация частоты в этом случае осуществляется аналогично тому, как и в лазерах типа ЛГН-303, – методом терморегулирования длины резонатора, но не по равенству мощностей ортогонально поляризованных компонентов излучения, а по заданному уровню единственной одночастотной моды.

Лазер ЛГН-304М выполнен в виде моноблока с габаритами 160×87×42 мм, питание и адаптер питания такие же, как у лазера ЛГН-303М (параметры лазеров см. в таблице).

Фотография лазера ЛГН-304М приведена на рис.4. Отличительная черта обеих конструкций – наличие жесткой механической привязки активных элементов к металлическим

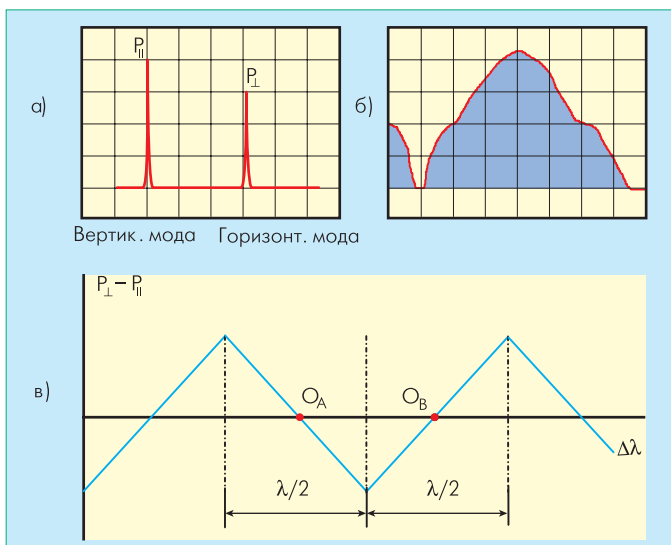


Рис.2 Спектр (а), зависимость мощности мод от частоты (б), дискриминационная характеристика активного элемента лазера ЛГН-303М (в)

лазерного излучения, соответственно, а цикличность изменений соответствует межмодовому интервалу лазера  $\lambda/2$ . Это обстоятельство используется для стабилизации частоты излучения. Сущность процесса стабилизации в том, что излучение со стороны более плотного зеркала активного элемента (рис.3) пространственно разделяется по поляризациям с помощью двулучепреломляющего кристалла и поступает на двухсекторный фотодиод. Получаемые два фототока вычитаются в дифференциальном усилителе и после обработки в пропорционально-интегро-дифференциальном (ПИД) регуляторе подаются (после усиления) на нагреватель, размещенный на боковых стенках активного элемента. Этот нагреватель устанавливает такую температуру активного элемента, при которой длина оптического резонатора соответствует равенству мощностей излучения ортогонально поляризованных мод излучения. При нагревании лазера от внешнего источника тепла ток нагревателя уменьшается, а при охлаждении, наоборот, нарастает. Тем самым поддерживается постоянное расстояние между зеркалами оптического резонатора и стабилизируется частота излучения.

При использовании частотно-стабилизированных гелий-неоновых лазеров с внутренними зеркалами в прецизионной

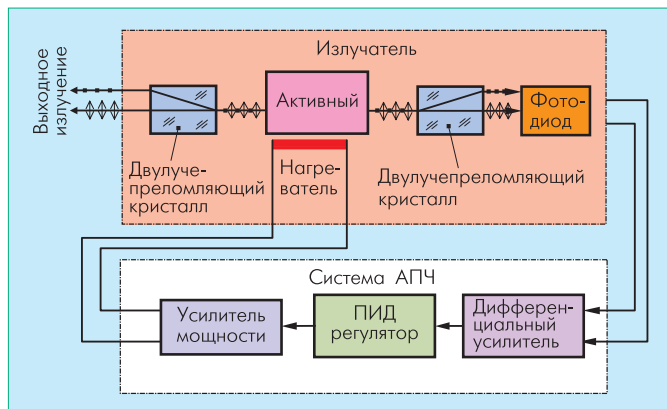


Рис.3 Функциональная схема стабилизации частоты излучения лазера ЛГН-303М

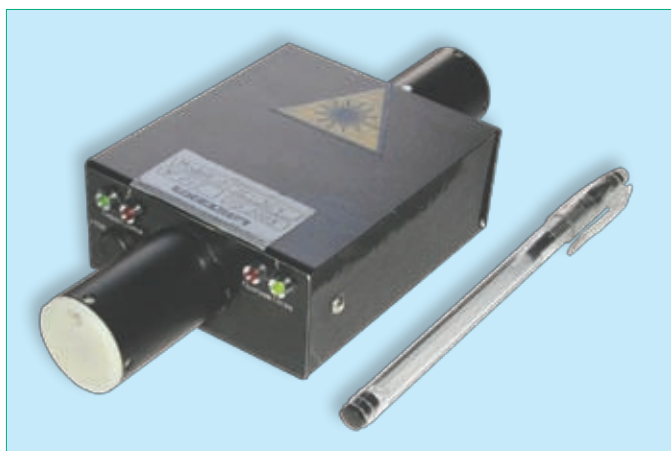


Рис.4 Внешний вид лазера ЛГН-304М

трубкам, выступающим с обеих сторон металлических корпусов и служащим местами посадки приборов в лазерных интерферометрах. Это обеспечивает высокую пространственную стабильность выходного лазерного излучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Власов А.Н., Перебякин В.А., Привалов В.Е.** Стабилизированные гелий-неоновые лазеры с внутренними зеркалами. – Обзоры по электронной технике. Сер.11, 1986, вып.7 (1206). – М., ЦНИИ "Электроника". – 50с.
2. **Милоков В.К.** и др. Лазерный интерферометр-деформограф для мониторинга движения земной коры. – ПТЭ, 2005, №6, с.87–103.
3. **Власов А.Н.** Стабилизированный гелий-неоновый лазер для прецизионной диагностической медицинской аппаратуры. – Тезисы докладов на конф. "Лазеры для медицины и экологии". – С.-Пб., 2004, с.22.