

ционных колебаний вызывают колебания головки столба, которые в свою очередь вызывают страты в катодном отростке. Эти страты устраняются с помощью магнита у катода или изменением разрядного тока в половинах активного элемента. Если увеличивать одновременно ток разряда в обеих половинах (сдвиг фаз  $180^\circ$ ), то можно пройти всю рабочую область лазера в режиме синхронизации без появления страт в отростке.

На рисунке представлены энергетические характеристики лазера. С максимумом мощности излучения совпадает начало страт.

На основании проведенных измерений можно сделать следующие выводы.

1. Наименьшую модуляцию излучения He—Ne лазера вызывают взаимодействующие страты в режиме синхронизации со сдвигом фаз  $180^\circ$ .
2. Работа лазера вне зоны синхронизации страт связана с модуляцией излучения до 5—10%.
3. Появление страт в катодном отростке вызывает более глубокую модуляцию излучения до 15% и уменьшение ее постоянной составляющей до 8%.

Автор благодарит В. Е. Привалова за полезное обсуждение результатов.

### Литература

- [1] А. А. Зайцев, В. Ф. Махров, И. А. Савченко, Б. Н. Швилкин. ЖТФ, 39, 764, 1969.  
 [2] В. Е. Привалов. ЖТФ, 41, 1682, 1971.  
 [3] И. П. Мазанько, Ю. С. Трошкин, Н. Г. Ярошенко. Опт. и спектр., 31, 637, 1971.  
 [4] Ю. Г. Захаренко, В. Е. Привалов. Опт. и спектр., 35, 750, 1973.

Поступило в Редакцию 27 августа 1973 г.

УДК 621.373 : 535.

## ПОПЕРЕЧНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛЕНИЯ В РАЗРЯДНЫХ ПРОМЕЖУТКАХ КОНЦЕНТРИЧЕСКОГО И СЕКТОРНОГО СЕЧЕНИЙ

В. Е. Привалов и С. Ф. Юдин

Выходной сигнал кольцевого лазера становится менее критичным к изменениям параметров резонатора и активной среды, если усиление невелико и поперечное распределение усиления слабо изменяется в пределах модового объема. При использовании цилиндрической разрядной трубки с He—Ne смесью оба этих условия могут быть одновременно выполнены при увеличении диаметра трубки. В некоторых случаях желательнее иметь более размытое распределение усиления по сечению, чем это может позволить цилиндрическая трубка. Здесь рассматриваются результаты для двух сечений: концентрического (разрядный промежуток образован двумя цилиндрическими коаксиальными трубками) и секторного.

Считая диффузию определяющим процессом для инверсии населенностей, найдем пространственное распределение последней из уравнения Гельмгольца [1]. Для обоих рассматриваемых сечений оно записывается в таком виде

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial n}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 n}{\partial \varphi^2} + \frac{n}{\tau D} = 0, \quad (1)$$

где  $n$  — инверсия населенностей,  $r$  и  $\varphi$  — координаты,  $D$  — коэффициент диффузии,  $\tau$  — число актов ионизации,  $\lambda^2 = (\tau D)^{-1}$ . Решение (1) проводится при нулевых граничных условиях.

1. В случае концентрического сечения (рис. 1) после разделения переменных получим

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dR}{dr} \right) + (\lambda^2 r^2 - k^2) R = 0,$$

$$\frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} + k^2 \Phi = 0,$$

где  $R\Phi = n$ , и с учетом граничных условий

$$n = n_0 \frac{J_0(\lambda, b) Y_0(\lambda_1 r) - J_0(\lambda_1 r) Y_0(\lambda, b)}{J_0(\lambda, b) Y_0(\lambda_1) - J_0(\lambda_1) Y_0(\lambda, b)} = n_0 f(S), \quad (2)$$

где  $S$  — площадь сечения разрядного промежутка,  $J_0$  — функция Бесселя I рода нулевого порядка,  $Y_0$  — функции Вебера (функции Бесселя II рода).

Используя выражение для геометрической части коэффициента усиления [1, 2]

$$k = \frac{1}{S} \int_S k_0 f(S) dS, \quad (3)$$

найдем изменение среднего усиления по мере изменения  $a$  и  $b$ . Например, при  $b=2$   $k=0.411k_0l$  (при  $a=0.25$ ),  $k=0.315k_0l$  (при  $a=0.5$ ) и  $k=0.351k_0l$  (при  $a=1$ ). Напомним, что в цилиндрической трубке  $k=0.43k_0l$  [1, 2].

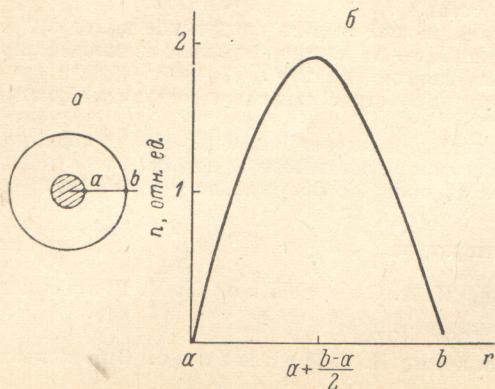


Рис. 1. Концентрическое сечение разрядного промежутка.

Форма сечения (а) и распределение усиления вдоль радиуса (б).

2. Решая уравнение (1) для секторного сечения (рис. 2), проведем операции, аналогичные тем, что сделаны в (2). Здесь нет симметрии по  $\varphi$ . Окончательно получим

$$n = n_0 \sin\left(\frac{\pi}{\alpha} J\right) J_{\pi/\alpha}(\lambda_1 r). \quad (4)$$

$\alpha$	$\pi$	$5\pi/6$	$3\pi/4$	$\pi/2$
$k/k_0l$	0.359	0.346	0.268	0.051

Определяя усиление по (3), находим, что оно убывает с уменьшением  $\alpha$ . Приведем значения  $k$  для некоторых  $\alpha$ .

Линии равного усиления приведены (для  $\alpha=3\pi/4$ ) на рис. 2, б. Располагая разрядный промежуток так, чтобы направление максимальных расстройок совпадало с направлением, в котором вытянуты линии равного усиления, можем получить меньшую критичность к расстройкам, чем в случае цилиндрической трубки.

Таким образом, используя трубки концентрического и секторного сечений, можно получить более размытое по сечению, чем в цилиндрической трубке, распределение усиления в газовом лазере. Среднее значение усиления можно варьировать изменением  $a/b$  и  $\alpha$ . Технология изготовления трубок концентрического сечения мало отличается от технологии изготовления цилиндрических трубок. В случае кольцевого лазера сечение каустики поля имеет форму прямоугольника [3]. Направление, вдоль которого распределение усиления более размыто, следует совмещать с большей стороной этого прямоугольника.

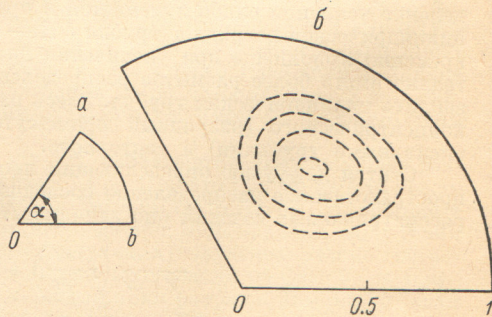


Рис. 2. Секторное сечение разрядного промежутка.

Форма сечения (а) и линии равного усиления (б).

#### Литература

- [1] В. Е. Привалов, С. А. Фридрихов. ЖТФ, 38, 2080, 1968.  
 [2] В. Е. Привалов, С. А. Фридрихов. Усп. физ. наук, 97, 377, 1969.  
 [3] И. М. Корженевич, А. М. Ратнер, В. С. Соловьев. Квант. электрон., № 6, 94, 1971.

Поступило в Редакцию 27 августа 1973 г.