

РОС – ЛАЗЕР С "ВЕЕРООБРАЗНОЙ" РЕШЕТКОЙ

П.П. Пашинин, С.Ф. Распопов, А.Т. Суходольский

Исследуется генерация РОС-лазера на красителе с "вееорообразной" динамической решеткой, создаваемой при интерференции падающего и отраженного от глухого зеркала расходящегося лазерного пучка накачки. Экспериментально показано, что направление генерации такого РОС-лазера отклоняется от нормали к зеркалу. Дана интерпретация этого явления.

Одним из простейших способов создания амплитудно-фазовой динамической решетки в лазерах на красителях с распределенной обратной связью (РОС) служит интерференция пучков накачки – падающего и отраженного от глухого зеркала, вплотную к которому расположена активная среда [1]. Обычно накачка производится сфокусированным излучением, когда центр перетяжки совпадает с глухим зеркалом; при этом штрихи решетки располагаются параллельно зеркалу, а излучение генерации распространяется по нормали к нему.

В данной статье сообщается об исследовании генерации РОС-лазера с данной схемой накачки, но при использовании расходящихся пучков, которые создают в активной среде "вееорообразную" решетку, отклоняющую направление излучения генерации от нормали к зеркалу.

Рассмотрим решетку, возникающую при падении пучка накачки с расходимостью θ на зеркало, лежащее в плоскости XY, под углом φ_0 к нормали в плоскости ZX. При этом период решетки q зависит от угла ψ между нормальными к интерферирующим волновым фронтам следующим образом:

$$q = \lambda_H / 2 \sin(\psi/2), \quad (1)$$

где λ_H – длина волны накачки, а угол ψ зависит от x , y , z . Нетрудно показать, что в приближении $R \gg \Delta x$, Δy , Δz , где R – радиус кривизны волнового фронта, а Δx , Δy , Δz – размеры активной области, изменение периода решетки по координате x можно определить из соотношения

$$\frac{\partial q}{\partial x} = \beta = \frac{\cos(\psi/2) + \sin(\psi/2) x/R}{1 - \cos\psi + \sin\psi x/R} \frac{\lambda_H}{R}, \quad (2)$$

а соответствующие производные $\partial q/\partial y$ и $\partial q/\partial z$ по другим координатам имеют величину порядка β^2 . Из (2) следует, что, например, при значениях $R = 10$ см, $\Delta x \sim \Delta y \sim \Delta z \sim 0,1$ см β составляет величину порядка $0,2 \cdot 10^{-5}$ рад, а $\partial\beta/\partial x \approx 0,01\beta$. Следовательно, решетку можно представить как "вееор" плоскостей с углом между соседними плоскостями равным β .

Качественно механизм генерации на "вееорообразной" решетке поясняет рис. 1. Здесь ось X совпадает с плоскостью зеркала, а наклонные линии соответствуют штрихам решетки. Затравоочное излучение, зародившись, например, в точке x_0 с длиной волны $\lambda = 2q_0$, в результате отражения от штрихов "вееорообразной" решетки будет отклоняться вправо. Нетрудно из простых тригонометрических соотношений показать, что для любых двух лучей, например а и б на рис. 1, разность хода $2q_0$, которую они имели вблизи точки x_0 , сохраняется в области активной среды правее x_0 . Следовательно, для данной длины волны генерации условия Брегга выполняются только для той части активной среды, в которой увеличение расстояния между штрихами "вееорообразной" решетки компенсируется отклонением направления генерации от нормали. Спектр генерации РОС-лазера с такой решеткой должен уширяться; при этом наиболее интенсивной будет та длина волны, которая может распространяться во всей активной области, т.е. наиболее короткая.

Эксперимент по исследованию генерации РОС-лазера с "вееорообразной" решеткой проводится с использованием второй гармоники одночастотного лазера на иттрий-алюминиевом гранате с модуляцией добротности с помощью кристалла LiF с F_2^- -центрами окраски, работающего в одночастотном режиме. "Вееорообразная" решетка 3 (рис. 2) создавалась за счет интерференции падающего и отраженного от глухого

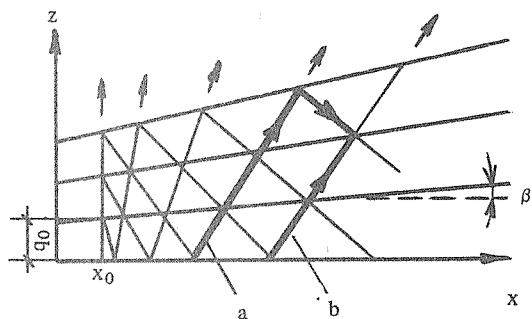


Рис. 1. Схема распространения излучения генерации в РОС-лазере с "веерообразной" решеткой.

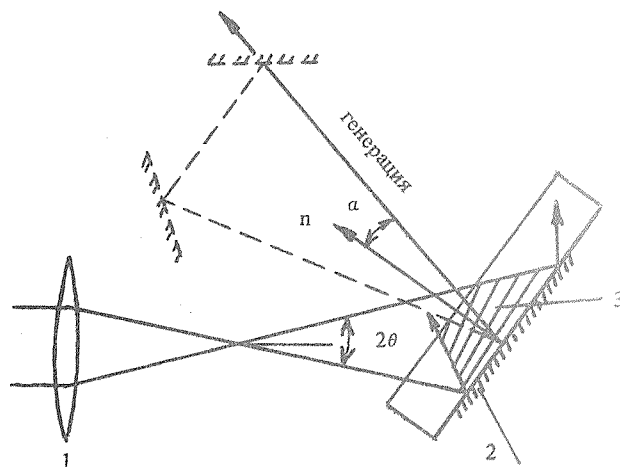


Рис. 2. Схема эксперимента.

зеркала 2 излучения накачки, сфокусированного линзой 1. Исследовалась зависимость угла отклонения излучения генерации от нормали α от радиуса кривизны волнового фронта излучения накачки R . В табл. представлены полученные результаты, из которых видно, что угол отклонения от нормали α на несколько порядков превышает угол β , что свидетельствует о малом коэффициенте отражения от одного штриха решетки.

Таблица
Отклонение α угла генерации от нормали β в зависимости от радиуса кривизны R

R , см	β , рад	α , рад
700	$0,75 \cdot 10^{-7}$	0,01
15	$0,35 \cdot 10^{-5}$	0,028
-10	$-0,53 \cdot 10^{-4}$	-0,025
6	$0,88 \cdot 10^{-4}$	0,063

Применение "веерообразной" решетки в РОС-лазерах может иметь два аспекта. Во-первых, "веерообразность" решетки нужно учитывать при создании лазеров с данной схемой накачки, особенно при введении внешнего дополнительного резонатора (сосредоточенно-распределенная обратная связь /2/). Во-вторых, РОС-лазер с "веерообразной" решеткой можно предложить в качестве "активного невязимного элемента" при создании перестраиваемых кольцевых лазеров на красителях. Так, с использованием двух внешних зеркал нами был реализован кольцевой лазер на красителе с однонаправленной генерацией (рис. 2, пунктирная линия).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильичев Н. Н. и др. Письма в ЖТФ, 8, 460 (1982).
2. Пашинин П. П., Распопов С. Ф., Суходольский А. Т. Квантовая электроника, 11, 815 (1984).

Поступила в редакцию 19 марта 1986 г.

Институт общей физики АН СССР