

# ВЛИЯНИЕ ДЛИН РЕЗОНАТОРОВ СВЯЗАННЫХ КАНАЛОВ ГЕНЕРАЦИИ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТОЯЧИХ ВОЛН

Г. В. Мелехин

В предыдущей работе [1] рассматривалось влияние пространственного перекрытия мод двух связанных каналов на взаимодействие генерируемых волн. При этом считалось, что обе волны возбуждаются в одном и том же резонаторе. В данной работе рассматривается более сложная система (рис. 1), встречающаяся на практике [2, 3], когда резонаторы связанных каналов имеют только одно общее сферическое зеркало 1, а плоские зеркала 2 и 3 имеют селективное отражение на одной из рабочих длин волн и полностью пропускают излучение другого перехода.

Для определенности мы рассмотрим два перехода с общим нижним уровнем  $3s_2-2p_4$  (0.6328 мкм) и  $2s_2-2p_4$  (1.152 мкм) He-Ne лазера.

Будем считать, что активная среда заполняет короткий резонатор полностью и возбуждаются низшие типы колебаний в обоих каналах.

В этом случае коэффициенты пространственного перекрытия имеют вид

$$\left. \begin{aligned} a_j &= \frac{\varphi_j}{L_j^2 \lambda_j}, \quad j = 1, 2, \\ a_{12} &= a_{21} = \frac{2\Phi}{L_1 L_2 (\lambda_1 + \lambda_2) y}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где

$$y = \left[ 1 + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2} \frac{(b_2 - b_1)^2 + 4(L_2 - L_1)^2}{b_1 b_2} \right]^{1/2}, \quad (2)$$

$$b_j = 2 \sqrt{L_j (R - L_j)} \quad (3)$$

радиусы кривизны эквивалентного конфокального резонатора  $j$ -го перехода.

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_1 &= \frac{2L_2 b_1}{b_1^2 + 4L_1 (L_1 - L_2)}, \\ \operatorname{tg} \varphi_2 &= \frac{2L_2}{b_2}, \\ \operatorname{tg} \Phi &= \frac{2(\lambda_1 + \lambda_2) y L_2 \left( \frac{\lambda_1}{b_1} + \frac{\lambda_2}{b_2} \right)}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2 y^2 + 4 \left( \frac{\lambda_1}{b_1} \right) (L_1 - L_2) \left( \frac{\lambda_1 L_1}{b_1} + \frac{\lambda_2 L_2}{b_2} \right)} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

при  $L_2 < L_1$ ; и

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_1 &= \frac{2L_1}{b_1}, \\ \operatorname{tg} \varphi_2 &= \frac{2L_1 b_2}{b_2^2 + 4L_2 (L_2 - L_1)}, \\ \operatorname{tg} \Phi &= \frac{2(\lambda_1 + \lambda_2) y L_1 \left( \frac{\lambda_1}{b_1} + \frac{\lambda_2}{b_2} \right)}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2 y^2 + 4 \frac{\lambda_2}{b_2} (L_2 - L_1) \left( \frac{\lambda_1 L_1}{b_1} + \frac{\lambda_2 L_2}{b_2} \right)} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

при  $L_2 > L_1$ .

Величина параметра связи пропорциональна [1]

$$C'' = \frac{a_{12} a_{21}}{a_1 a_2} = \frac{4\lambda_1 \lambda_2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2} \frac{\Phi^2}{y^2 \varphi_1 \varphi_2} = C_0'' C_{L_1 L_2}'' \quad (6)$$

Параметр

$$C_0'' = \frac{4\lambda_1 \lambda_2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}$$

определяет зависимость параметра связи от соотношения длин волн для взаимодействия ТЕМ<sub>00</sub> мод и обсуждался в [1], а

$$C_{L_1 L_2}'' = \frac{\Phi^2}{y^2 \varphi_1 \varphi_2} \quad (7)$$



описывает влияние продольного перекрытия и сложным образом зависит от длин волн и длин резонаторов.

На рис. 2 приведены зависимости параметра  $C''_{L_1 L_2}$  от  $(L_i/R)$ , рассмотренных для частного случая, когда один из резонаторов является полуконфокальным ( $L_i=R/2$ ). Кривая 1 соответствует неизменной длине резонатора длинноволнового канала ( $L_2=R/2$ ).

Из рисунка видно, что параметр  $C''_{L_1 L_2}$  монотонно увеличивается с увеличением  $L_1$  от нуля до  $R/2$ . При  $L_1 > L_2=R/2$  параметр  $C''_{L_1 L_2}$  становится больше единицы, достигает максимума и затем быстро падает до нуля при длине резонатора коротковолнового канала, близкой к  $R$ .

Такое поведение параметра связи обусловлено тем, что с увеличением  $L_1$  характеристический размер пучка коротковолнового канала увеличивается и, следовательно, увеличивается поперечное перекрытие пучков. При этом в области  $0 < L_1 < L_2$  увеличивается и продольное перекрытие.

В области  $L_2 < L_1 < R$ , хотя продольное перекрытие пучков уменьшается, но оно компенсируется увеличением поперечного перекрытия. При длинах резонатора, близких к  $R$ , размер коротковолнового пучка на сферическом зеркале

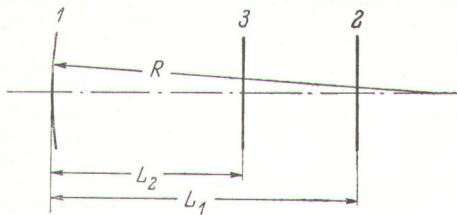


Рис. 1. Резонатор ГСВ.

1 — общее сферическое зеркало, 2 — плоское зеркало для  $\lambda=0.6328$  мкм, 3 — плоское зеркало для  $\lambda=1.152$  мкм.

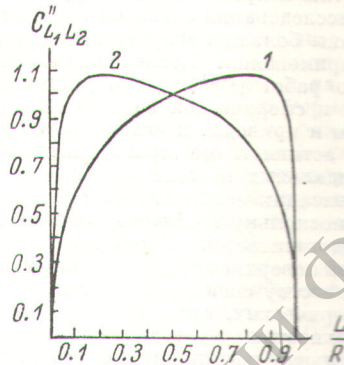


Рис. 2. Зависимости параметра  $C''_{L_1 L_2}$  от длин резонаторов для  $\lambda_1=0.6328$  (1),  $\lambda_2=1.152$  1.152 мкм (2).

становится больше, чем длинноволнового и с этого момента поперечное перекрытие уменьшается, что приводит к резкому спаду кривой 1.

Кривая 2 соответствует изменению длины резонатора длинноволнового канала при  $L_1=R/2$ . В области  $0 < L_2 < L_1$  параметр  $C''_{L_1 L_2}$  резко увеличивается, а затем плавно уменьшается до единицы, что также связано с увеличением поперечного размера пучка длинноволнового канала. При некоторой длине резонатора размер пучка длинноволнового канала становится больше, чем коротковолнового и поперечное перекрытие уменьшается. В области  $L_1 < L_2 < R$  уменьшается и продольное перекрытие пучков, поэтому параметр связи плавно уменьшается до нуля.

Следует заметить, что генерация одновременно в двух каналах возможна не при всех длинах резонаторов. Так, при малых длинах резонатора, область, занимаемая активной средой, мала, и поэтому невозможно получение достаточно большого усиления в обоих каналах. При длинах резонаторов  $L_i \sim R$  сильно возрастают дифракционные потери в  $i$ -м канале и генерация в нем срывается.

Таким образом, участки быстрого спада кривых 1, 2 рис. 2 не представляют практического интереса и можно считать, что в реализуемых на практике резонаторах параметр связи почти линейно увеличивается с увеличением  $(L_1-L_2)$ . При прочих равных условиях связь двух каналов больше и, следовательно, взаимодействие сильнее, если длина резонатора коротковолнового канала  $L_1$  больше, чем длина резонатора длинноволнового канала  $L_2$ .

#### Литература

- [1] Г. В. Мелехин. Опт. и спектр., 32, 150, 1972.
- [2] В. М. Гримблатов, Е. П. Остапченко, В. В. Теселкин. Квантовая электроника, 4, 88, 1971.
- [3] В. М. Гримблатов, Е. П. Остапченко, В. В. Теселкин. Электронная техника, сер. 4. Электровакуумные и газоразрядные приборы. в. 2, 6, 1972.

Поступило в Редакцию 17 марта 1973 г.