

## Лекция 12.

### Типы и схемы оптических резонаторов.

#### 1. Сравнительная характеристика различных типов резонаторов.

Для проведения сравнительной характеристики резонаторов различных типов рассмотрим общий случай – резонатор с произвольными сферическими зеркалами радиусом кривизны  $R_1$  и  $R_2$  апертурных размеров  $2a_1$  и  $2a_2$  размещенными на произвольном расстоянии  $L$  друг от друга.

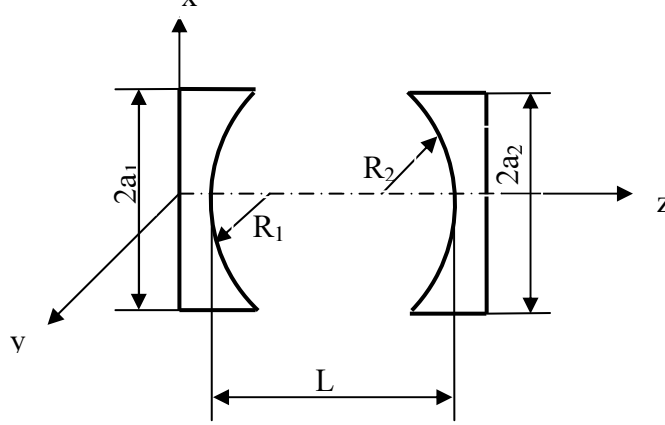


Рис.12.1. Схема открытого оптического резонатора.

Как показали Бойд и Когельник условие резонанса в общем случае будет иметь вид:

$$\frac{2L}{\lambda_{mnp}} = q + \frac{m+n+1}{\pi} \cdot \arccos \sqrt{g_1 \cdot g_2} \quad (12.1)$$

где  $m$ ,  $n$  и  $q$  – целые числа, определяющие число полуволен которые вмещаются в резонаторе по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$  соответственно,

$$g_1 = 1 - \frac{L}{R_1} \quad (12.2)$$

$$g_2 = 1 - \frac{L}{R_2}$$

называются обобщенными парами резонатора.

Далее в таблице приведены типичные схемы резонаторов.

Некоторые типы оптических резонаторов				
Тип резонатора	Зеркала	Параметры зеркал	Конфигурация резонатора	Схема
Плоский	Плоские прямоугольной (квадратной) формы Плоские круглой формы	Стороны $\{2a\}$ Радиуса $a$	$L$ — длина резонатора	
Полусферический	Плоское и сферическое			
Сферический	Оба зеркала сферические			
Конфокальный	Сферическое круглой или квадратной формы с одинаковыми радиусами кривизны Параболические	Размер $2a$ ; радиус кривизны $R$	$L = R$	
Полукофокальный	Плоское и сферическое		$L = \frac{R}{2}$	
Неконфокальный	Сферические с одинаковыми радиусами кривизны		$L \neq R$	
	Плоское и сферическое		$L \neq \frac{R}{2}$	
	Сферические с различными радиусами кривизны	$R_1$ и $R_2$	$L \neq \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2}$	
Концентрический	Оба сферические		$L = 2R$	
Полукоцентрический	Плоское и сферическое		$L = R$	

## 2. Устойчивость резонаторов и анализ потерь излучения в них.

Для качественной оценки резонаторов важно знать их добротности и параметры потерь  $\beta_{mn}$ . Анализ показывает, что дифракционные потери на зеркалах можно оценить по обобщенным параметрам  $g_1$  и  $g_2$ , а точные по их произведению с помощью g-диаграммы потерь в резонаторах показанной ниже на рис. 12.2.

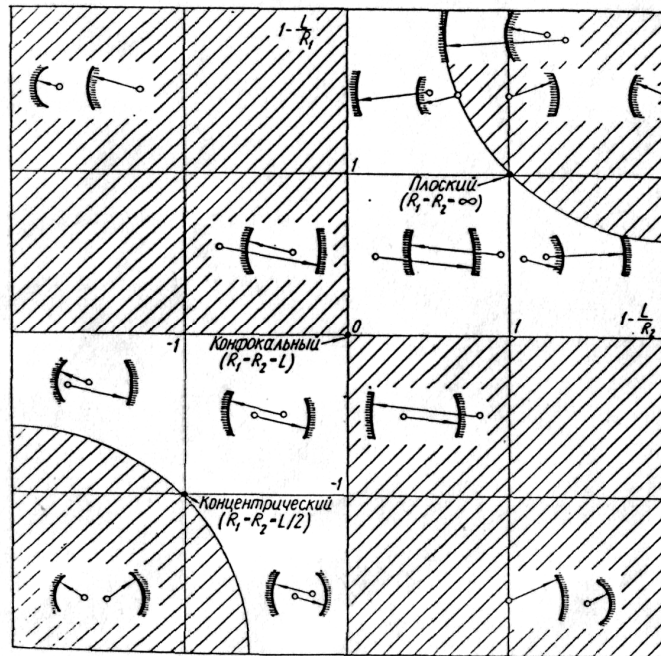


Рис. 12.2. Диаграмма устойчивости резонаторов,

Область  $0 \leq g_1 g_2 \leq 1$  соответствует малым потерям, а области  $g_1 g_2 > 1$  и  $g_1 g_2 < 0$  соответствуют большим потерям. Так как для резонаторов с большими дифракционными потерями устойчивая генерация невозможна, то их называют *неустойчивыми*. Следует однако заметить, что игнорирование неустойчивых резонаторов оказалось неоправданным на первоначальном этапе разработок и создания лазерной техники. Позже неустойчивые резонаторы были успешно применены при разработках высокомошных лазеров. Из диаграммы видно, что малыми потерями характеризуются резонаторы приведенные ниже в таблице.

Наибольшее распространение получили плоско - сферические резонаторы. Именно с такими резонаторами выпускается большинство серийных газовых лазеров. Полу конфокальные лазеры соответствуют на g-диаграмме точке с координатами  $(-1, -1/2)$ . Это единственный случай, когда точка не граничит с областью больших потерь. Таким образом полу конфокальные системы характеризуются низкими потерями и малой критичностью относительных изменений параметра  $L$ . Плоский резонатор соответствует точке  $(-1, -1)$  на g-диаграмме и для него критические требования очень высоки.