этом комплексный параметр гауссова пучка q определяется ур-нием

$$Cq^2 + (D - A)q - B = 0.$$

Коэф. A, B, C, D образуют матрицу О. р. Это ур-ние, а также соотношения $R = [Re(^1/q)]^{-1}$, $\omega^2 = [k Im(^1/q)]^{-1}$ позволяют определить поперечный радиус пучка ω и радиус кривизны волнового фронта R в любом сечении резонатора.

Селекция продольных мод. Для разрежения (селекции) продольных мод, имеющих одинаковое поперечное распределение поля, но отличающихся частотой, используются резонаторы, содержащие дисперсионные элементы (призмы, дифракц. решётки, интерферометры и др.). В частности, в качестве дисперсионного элемента применяют дополнит. О. р., связанные с основным и образующие т. н. эквивалентное зеркало, коэф. отражения к-рого ρ зависит от частоты ν. Для удаления из спектра одной из продольных мод наиб. пригоден линейный трёхзеркальный О. р. (рис. 6,*а*), для выделения в спектре одной продольной моды — резонатор Фокса — Смита (рис. 6,*б*) и Т-образный (рис. 6,*в*). В нек-рых случаях удобен О. р. Майкельсона (рис. 6,*г*).

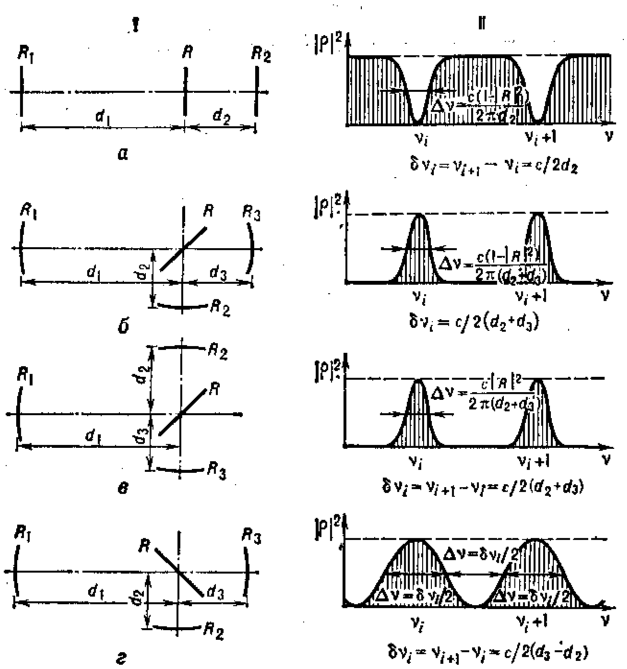

Рис. 6. Различные типы связанных резонаторов (I) и зависимость коэффициента отражения эквивалентного зеркала ρ от частоты ν(II).

В лазерах на красителях применяется комбинация дифракц. решётки и интерферометра Фабри — Перо (рис. 7). При этом интерферометр выделяет одну продольную моду, а решётка предотвращает генерацию на др. порядках интерферометра. Линзы $Л_1$ и $Л_2$, образующие т. н. телескоп, согласуют узкий пучок, проходящий через активную среду А, с широким пучком, попадающим на интерферометр и решётку. Активная среда в таком О. р. играет также роль диафрагмы, выделяющей осн. поперечную моду. Такие О. р. позволили создать перестраиваемые в широком диапазоне одночастотные *лазеры на красителях*.

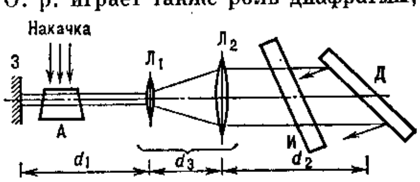

Рис. 7. Резонатор, содержащий дисперсионные элементы (используемый в лазерах на красителях). А — кювета с активной средой; З — непрозрачное или частично прозрачное зеркало; И — интерферометр Фабри — Перо; Д — дифракционная решётка.

Селекция поперечных мод основана на различии в распределении полей поперечных мод с разными m и n. Т. к. обычно требуется выделить осн. моду, к-рая имеет мин. угл. расходимость, гауссово распределение и мин. протяжённость в поперечном направлении, то применяется диафрагмирование пучка внутри О. р. Радиус диафрагмы ориентировочно должен быть равен поперечному радиусу моды, следующей за основной. При этом потери всех мод, кроме основной, сильно увеличиваются.

При селекции поперечных мод необходимо, чтобы оставшаяся единств. мода эффективно заполняла активную среду. Поэтому важны границы зон устойчивости (рис. 2,*б*), где поперечные размеры мод увеличиваются: 1) радиус моды увеличивается во всём объёме, если расстояние d между зеркалами постоянно, а радиусы кривизны зеркал R_1 и $R_2 \to \infty$ (при этом сильно увеличивается чувствительность резонатора к разъюстировкам); 2) радиус моды увеличивается на 1-м зеркале и уменьшается на 2-м, если $d \lesssim R_1$ $(R_2 > R_1)$; 3) радиус моды увеличивается на 2-м зеркале и уменьшается на 1-м, если $d \lesssim R_2$; 4) радиус моды увеличивается на обоих зеркалах и уменьшается в области их центров кривизны, если $d \lesssim (R_1 + R_2)$.

При необходимости выделения к.-л. высшей моды на нулевой линии распределения поля этой моды помещают тонкую рассеивающую нить, к-рая не оказывает влияния на избранную моду и подавляет др. моды, не обращающиеся в 0 на этой линии.

Резонаторы с анизотропными элементами. Поляризация лазерного излучения определяется т. н. анизотропными элементами, находящимися в О. р. Такими элементами являются двулучепреломляющие пластины, *поляризаторы*, вещества, обладающие *оптической активностью*, и др., а также пластины Брюстера и диэлектрич. зеркала при наклонном падении на них излучения. Определение поляризации производится матричным методом Джонса. При этом поляризац. матрица всего О. р. является произведением матриц входящих в него элементов, расположенных в том порядке, в к-ром через эти элементы проходит излучение начиная с того места, где требуется определить состояние поляризации. Собств. векторы поляризац. матрицы являются векторами Джонса $\boldsymbol{E}(E_x, E_y)$ полей, генерируемых в О. р. Степень поляризации ε и направление гл. оси эллипса поляризации α определяются соотношениями

$$\varepsilon = \mathrm{tg}\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{2R}{1+R^2}\sin\xi\right)\right],$$

$$\sin 2\alpha = 2R\cos\xi[(1-R^2)^2 + 4R^2\cos^2\xi]^{-1/2},$$

$$\cos 2\alpha = (1-R^2)[(1-R^2)^2 + 4R^2\cos^2\xi]^{-1/2},$$

где $R = |E_x| / |E_y|$, $\xi = \mathrm{arctg}(E_y/E_x)$.

Модули собств. значений матрицы Джонса определяют потери О. р., обусловленные поляризаторами, а фазы собств. значений — поляризац. поправки к частотам соответствующих мод. Подбирая анизотропные элементы, можно добиться требуемого состояния поляризации. Учитывая, что обычно анизотропные элементы обладают заметной дисперсией, можно использовать их также для разрежения продольного спектра.

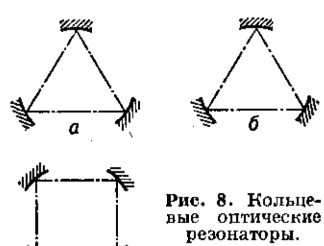

Рис. 8. Кольцевые оптические резонаторы.

Кольцевые резонаторы. Спектр собств. частот кольцевого О. р., образованного тремя одинаковыми