

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА КАТАФОРЕЗА В ЛАЗЕРЕ НА ПАРАХ КАДМИЯ

*Л.Д.Маш, Б.М.Рабкин, Б.В.Рыбаков*

При возбуждении разряда постоянного тока в смеси газов с различными атомными весами и потенциалами ионизации наблюдается эффект разделения компонент – катафорез [1]. Голдсборо [2] использовал этот эффект для введения паров кадмия в разрядный промежуток в He – Cd-лазере. При этом в разрядном промежутке ионы кадмия движутся от анода к катоду. Вследствие эффекта Доплера спектральные линии излучения ионов при наблюдении по направлению их движения и против – смещены на величину

$$\Delta \nu = 2\nu_0 \frac{V}{C}.$$

В настоящей работе экспериментально изучался эффект катафореза при помещении He – Cd разрядной трубки постоянного тока в резонатор бегущей волны.

Схема установки изображена на рис. 1. Резонатор, образованный одним сферическим и двумя плоскими зеркалами, имеет вид равностороннего треугольника со стороной 50 см. Спектральный состав излучения лазера анализируется кольцевым сканирующим интерферометром 2, установленным после фотосмесителя 3. Применение кольцевого интерферометра полностью исключает влияние на лазер излучения, отраженного

от входного зеркала интерферометра. Длина резонатора может подстраиваться с помощью электростриктора в пределах  $\pm 1$  мкм.

Газоразрядная трубка 1 имеет длину разрядного промежутка 200 мм и диаметр канала 1,8 мм. Кадмий (изотоп  $\text{Cd}^{114}$ ) помещен около анода. Трубка была отпаяна при давлении 3 мм рт. ст.

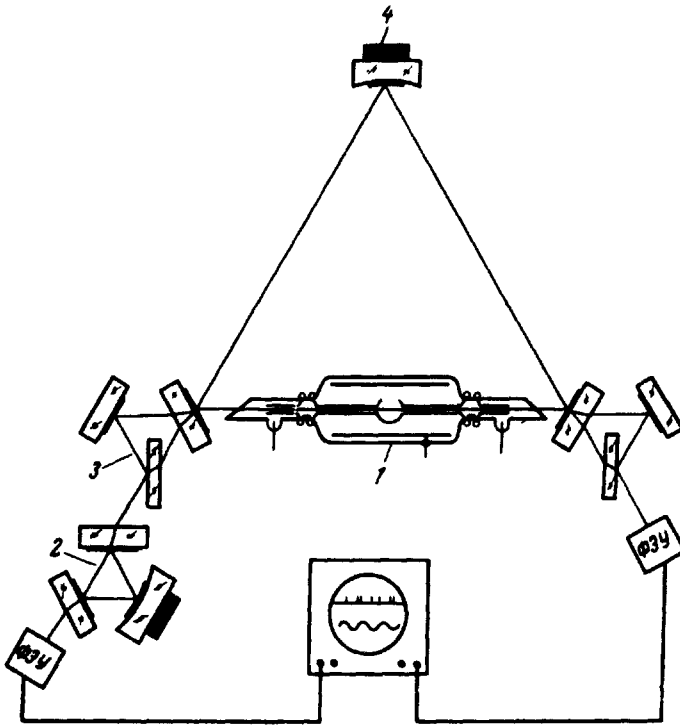


Рис. 1

На рис. 2 приведены спектр колебаний в двух встречных лучах, полученный с помощью сканирующего интерферометра, и поясняющая схема. При перестройке периметра кольцевого резонатора и соответствующем выборе уровня накачки наблюдается генерация в первом луче *a*, затем в двух лучах одновременно *b* и далее во втором луче *c*. Расстояние между частотами генерируемых колебаний равно  $3C/L$  (600 МГц). Величина наблюдаемого частотного сдвига между генерируемыми колебаниями определяется скоростью движения ионов вдоль оси трубки и собственными частотами резонатора. Расстояние между центрами кривых усиления в 600 МГц соответствует средней скорости движения ионов, находящихся на уровне  $4d^9 5S^2 D_{5/2}$ , 132 м/сек.

Если считать, что средние скорости ионов на уровне  $4d^9 5S^2 D_{5/2}$  и в основном состоянии равны, то из измеренной величины скорости движения ионов и скорости расхода кадмия (в нашем случае она составила 1 мг/час), пользуясь выражением  $m/t = MNSV$ , где  $m/t$  — скорость расхода кадмия,  $M$  — масса атома в граммах,  $N$  — концентрация ионов,  $S$  —

площадь поперечного сечения трубки,  $V$  – средняя скорость движения ионов кадмия вдоль оси трубки, для концентрации ионов кадмия получаем значение  $4 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$ .

Были проведены эксперименты с трехэлектродной газоразрядной трубкой, в двух плечах которой ионы кадмия движутся во встречных направлениях. Длина каждого разрядного канала 1,4 мм, давление гелия 3 мм рт. ст.

При равных токах и давлениях паров кадмия в разрядных промежутках частотный сдвиг между встречными волнами отсутствует.

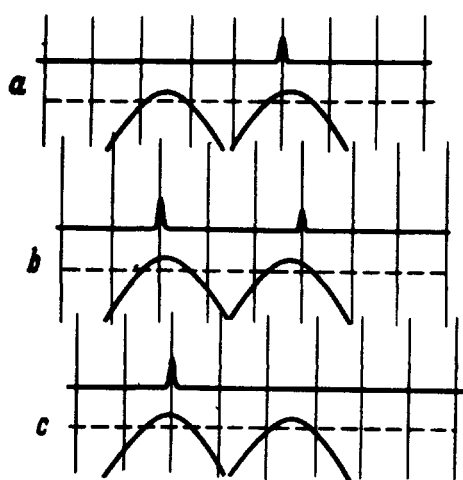


Рис. 2

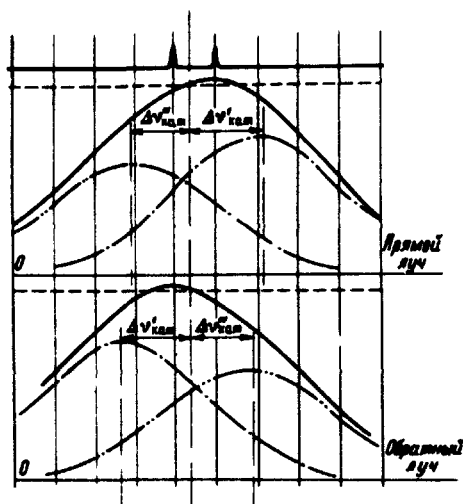


Рис. 3

При раскомпенсации токов или давлений паров кадмия, соответствующей возникновению сдвига между центрами кривых усиления меньше  $C/2L = 100 \text{ МГц}$  и при определенном уровне накачки на выходе сканирующего интерферометра наблюдается совпадение частот колебаний. Вследствие затягивания каждой из частот к центру собственного контура усиления, частоты встречных волн могут в этом случае отличаться на величину:

$$\Delta f = \Delta\nu'_{\text{кат}} \frac{\Delta\nu_p}{\Delta\nu_D} + \Delta\nu''_{\text{кат}} \frac{\Delta\nu_p}{\Delta\nu_D},$$

где  $\Delta\nu'_{\text{кат}}$  и  $\Delta\nu''_{\text{кат}}$  – расстройка от центра кривой усиления соответственно первой и второй волн,  $\Delta\nu_p$  – ширина полосы резонатора,  $\Delta\nu_D$  – доплеровская ширина.

Этот сдвиг частот не превышает сотен килогерц и неразрешим с помощью сканирующего интерферометра (его разрешающая способность порядка  $50 \text{ МГц}$ ).

При изменении условий возбуждения в одном из промежутков (уменьшении давления паров кадмия) наблюдается генерация колебаний со сдвигом  $C/L$  ( $200 \text{ МГц}$ ) (рис. 3). При дальнейшем уменьшении давления паров кадмия в одном плече наблюдается переход к генерации колебаний со сдвигом  $2C/L$  ( $400 \text{ МГц}$ ).

Таким образом, при указанных условиях эксперимента средняя скорость движения ионов, определяемая катафорезом, лежит в пределах  $110 + 150$  м/сек, а концентрация ионов кадмия, определенная из средней скорости движения ионов и расхода кадмия равна  $4 \cdot 10^{12}$  см<sup>-3</sup>.

Поступила в редакцию  
25 января 1971 г.

#### Литература

- [ 1 ] M.Druyvestein. *Physika*, 2, 255, 1935.
  - [2] J.P.Goldsborough. *J.Quantum Electr.*, QE - 5, № 6, 1969.
-