

обратной связью [7]. Полуширина линии излучения, измеренная с помощью спектрофотометра ДФС-12 при плотности тока  $4000 \text{ а/см}^2$ , составляет около 5 Å. Спектры всех излучающих площадок идентичны.

Распределенный характер экстракции излучения из резонатора открывает возможность дальнейшего увеличения числа периодов излучающей решетки и соответствующего повышения мощности когерентного излучения, сужения его спектра и диаграммы направленности без увеличения плотности тока инжекции, а также тепловых и радиационных нагрузок на кристалл. На этом пути в настоящее время усматриваются, по-видимому, только технологические, но не физические ограничения.

Поступила в редакцию  
27 июля 1970 г.

### Литература

- [1] Н.Г.Басов, Э.М.Беленов, В.С.Летохов. ФТТ, 7, 337, 1965.
- [2] W.F.Kosonocky et al. IEEE J Quant. Electron., QE-4, 176, 1968.
- [3] J.W.Crowe, W.E.Ahearn. IEEE J. Quant. Electron. QE-4, 169, 1968.
- [4] R.Vuilleumier et al. Proc. IEEE, 55, 1420, 1967.
- [5] Л.А.Ривлин. Электронная техника. Электроника СВЧ, серия 1, № 6, 93, 1967.
- [6] А.С.Добкин и др. ФТТ, 4, 613, 1970.
- [7] Р.В.Амбарцумян, Н.Г.Басов, П.Г.Крюков, В.С.Летохов. Письма в ЖЭТФ, 3, 261, 1966; ЖЭТФ, 51, 724, 1966.

Письма в ЖЭТФ, том 12, стр. 286 – 289

20 сентября 1970 г.

## УВЕЛИЧЕНИЕ ЯРКОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ В БРИЛЛЮЭНОВСКОМ ЛАЗЕРЕ

*А.З.Грасюк, В.И.Поповичев, В.В.Разульский,  
Ф.С.Файзуллоев*

Одной из важнейших характеристик излучения является его яркость  $B$  ( $\text{вт/см}^2 \cdot \text{стер}$ ). Ее увеличение возможно с помощью вынужденного рассеяния в резонаторе [1]. Вынужденное рассеяние Манделъштама – Бриллюэна в резонаторе (бриллюэновский лазер) исследовалось рядом авторов [2], однако пока нет сведений о повышении яркости в такой системе. В настоящей работе впервые сообщается об эффекте увеличения яркости в бриллюэновском лазере<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Более подробно см. [3].

Исследована генерация бриллюэновского лазера на сероуглероде<sup>2)</sup> с поперечной накачкой (рис. 1). Резонатор образован двумя диэлектрическими зеркалами  $M_1$  и  $M_2$ , расположенными на расстоянии  $l = 1,7$  м с коэффициентами отражения соответственно  $r_1 = 98\%$  и  $r_2 = 80\%$ . В резонатор помещена прямоугольная диафрагма размером  $0,9 \times 0,9$  см<sup>2</sup>.

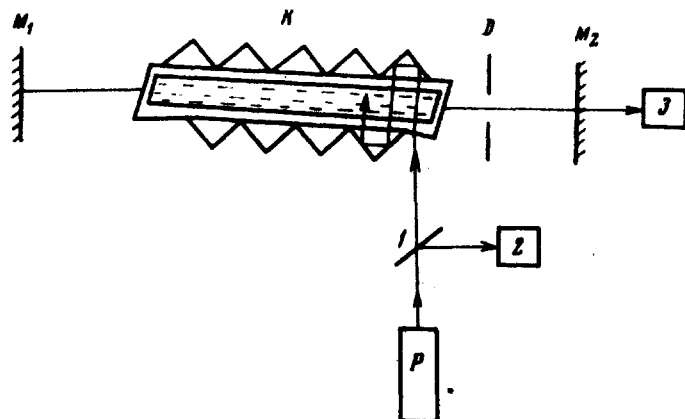


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:  $F$  — лазер на рубине,  $M_1 - M_2$  — зеркала резонатора,  $L$  — диафрагма,  $K$  — кювета с сероуглеродом (изображена лишь часть призм) 1 — полупрозрачная пластина, 2 и 3 — системы измерения параметров излучения накачки и генерации

$CS_2$  заполняет стеклянную кювету длиной 24 см, шириной 1 см и высотой 2 см. Оконки, через которые проходит генерируемое излучение, расположены под углом  $94^\circ$  относительно боковых стенок и просветлены. Система из 17 стеклянных призм полного внутреннего отражения обеспечивает многократное прохождение света накачки перпендикулярно оси резонатора. Между призмами и кюветой находится тонкий слой глицерина. Потери возбуждающего излучения в основном определяются поглощением в стекле и не превышают 50%. Накачка осуществляется излучением лазера на рубине, импульс которого на входе в кювету имеет длительность  $T = 0,8$  мксек, энергию  $E = 0,3$  Дж, сечение  $S = 0,9$  см<sup>2</sup>, расходимость  $\phi = 4,5 \cdot 10^{-3}$  рад и ширину спектра  $\Delta\nu = 40$  МГц.

Применение импульса микросекундного диапазона обусловлено тем, что для увеличения яркости за время работы бриллюэновского лазера должна успевать сформироваться диаграмма направленности, близкая к дифракционной. Для этого генерируемое излучение должно пройти путь  $L$ , определяемый из условия  $d/L \sim \lambda/d$ , где  $d$  и  $\lambda$  соответственно диаметр пучка и длина волны генерации. На прохождение этого пути необходимо время  $\tau = L/c \sim d^2/c\lambda$ . Подставляя численные значения, получим при  $d = 1$  см,  $\tau \sim 0,5$  мксек.

2) В  $CS_2$  коэффициент усиления  $g = 0,17$  см/Мет, ширина линии усиления  $\delta\nu = 40$  МГц. Эти значения для случая поперечной накачки трудно получить из результатов [4].

В описанной схеме наблюдалась генерация света с расходимостью  $\phi_{\Gamma} = 3 \cdot 10^{-4}$  рад при сечении пучка  $S_{\Gamma} = 0,9 \times 0,5$  см<sup>2</sup>. Энергия генерируемого излучения  $E_{\Gamma} = 6 \cdot 10^{-3}$  Дж и, следовательно, энергетический КПД составлял 2%. На рис. 2 а, б для сравнения представлены фотографии распределения в дальней зоне излучения накачки и генерации, полученные по методике работы [5]. На рис. 2, в приведена спектрограмма излучения. Разность частот соседних линий соответствует рассеянию на 180° в сероуглероде. Генерации на вынужденном комбинационном рассеянии не обнаружено.

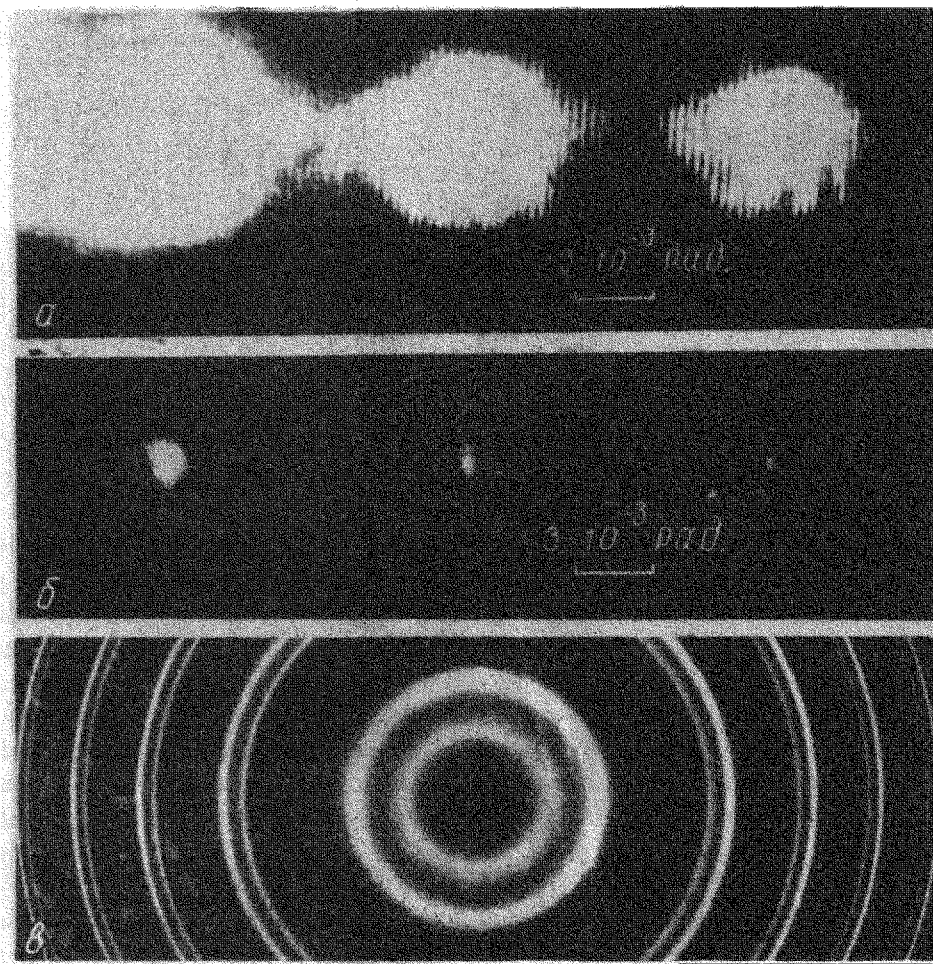


Рис. 2. а — распределение в дальней зоне излучения накачки; б — то же для излучения генерации; в — спектрограмма излучения генерации. Расстояние между зеркалами эталона Чабри — Перо 0,5 см

Отношение яркостей преобразованного и возбуждающего излучения можно оценить по формуле

$$\frac{B_{\Gamma}}{B} = \frac{E_{\Gamma}}{E} \frac{S}{S_{\Gamma}} \frac{\phi^2}{\phi_{\Gamma}^2} \frac{T}{T_{\Gamma}}$$

Подставляя численные значения и полагая  $T_p < T$ , находим  $B_p/D > 0$ . Отметим, что генерация происходила вблизи порога, и поэтому можно надеяться на еще большее увеличение яркости при использовании более мощного источника накачки.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения брилловновского лазера для увеличения яркости излучения.

Авторы благодарны П.Г.Басову за постоянное внимание и поддержку в работе, И.И.Собельману за полезные обсуждения.

Физический институт  
им. П.Н.Лебедева  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
31 июля 1970 г.

#### Литература

- [1] P.V. Avizonis, A.H. Guenther, T.A. Viggins, R.V. Wick, D.H. Rank. Appl. Phys. Lett., 9, 309, 1966; А.З.Грасюк, В.Ф.Дримков, И.Г.Зубарев, Г.И.Мишин, В.Г.Смирнов. Известия в ЖЭТФ, 3, 474, 1968.
- [2] H. Takuma, D.A. Jennings. Appl. Phys. Lett., 5, 239, 1964; T. Ito, Ч. Takuma. Japan. J. Appl. Phys., 8, 941, 1969.
- [3] А.З.Грасюк, В.И.Поповичев, В.В.Рагульский, Ф.С.Файзулов. Препринт ФИАИ, июль 1970.
- [4] A. Laubereau, W. Englisch, W. Kaiser. IEEE J. Quant. Electron., 5, 410, 1969; D. Pohl, W. Kaiser. Phys. Rev. B, 1, 31, 1970.
- [5] В.В.Рагульский, Ф.С.Файзулов. Оптика и спектроскопия, 27, 797, 1969.