

## СПОНТАННОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛА $\alpha$ -ННО<sub>3</sub>

*Г.Ф.Добржанский, В.Ф.Китаева, Л.А.Кулевский,  
Ю.Н.Поливанов, С.Н.Полузжков, А.М.Прохоров,  
Н.Н.Соболев*

Настоящая работа посвящена первому наблюдению спонтанного параметрического излучения в двуосном кристалле  $\alpha$ -ННО<sub>3</sub>, принадлежащему к классу 222 ромбической сингонии.

Известно, что при освещении кристалла, обладающего квадратичной нелинейностью, лучом лазера, имеется вероятность того, что фотон лазера (в дальнейшем — накачки) с частотой  $\omega_H$  самопроизвольно распадается на два фотона — фотон сигнальной частоты  $\omega_1$  и фотон дополнительной частоты  $\omega_2$  [1]:

$$\omega_H = \omega_1 + \omega_2. \quad (1)$$

Частоты спонтанного параметрического излучения  $\omega_1$  и  $\omega_2$  определяются в первую очередь дисперсионными характеристиками кристалла, так как процесс идет эффективно при выполнении условия

$$k_H = k_1 + k_2. \quad (2)$$

где  $k_H$ ,  $k_1$  и  $k_2$  — волновые вектора накачки, сигнальной и дополнительной волн.

Отмеченное явление весьма интересно, так как оно наблюдается даже при мощностях накачки, слишком малых для возбуждения параметрической генерации, и в отсутствие резонатора и может быть использовано для получения угловых, температурных и электрооптических перестроенных кривых активных сред, пригодных для использования их в параметрических генераторах света.

Кристалл  $\alpha$ -ННО<sub>3</sub> прозрачен в области 0,4 + 1,4 мк и обладает высокими нелинейными константами  $[d_{14}^2(\alpha\text{-ННО}_3) = (1,5 \pm 0,5) d_{31}^2(\text{LiNbO}_3)]$  для  $\lambda = 1,065$  мк [2,3]. В отличие от кристалла LiNbO<sub>3</sub> в кристалле  $\alpha$ -ННО<sub>3</sub> не наблюдается появление оптических неоднородностей показателя преломления под действием оптического излучения высокой плотности мощности [2, 3], что очень важно при создании параметрических генераторов света.

В наших экспериментах в качестве накачки использовался непрерывный аргоновый лазер с длинами волн  $\lambda_{H1} = 4880 \text{ \AA}$  и  $\lambda_{H2} = 5145 \text{ \AA}$  с выходной мощностью до 1 вт на каждой из длин волн. Кристаллы имели размеры 1 + 2 см и были вырезаны таким образом, что волновой вектор накачки лежал в главной плоскости (XZ) кристалла и составлял угол  $\theta$  с кристаллографической осью X (обозначения кристаллографических осей соответствуют стандартам IRE [4]). При распространении накачки в плоскости (XZ) кристалла  $\alpha$ -ННО<sub>3</sub> условия (1) и (2) одновременно выполняются, когда вектор поляризации накачки и вектор поляризации одной из параметрических частот лежат в плоскости (XZ), а вектор поляризации второй параметрической частоты параллелен оси Y. Параметрическое излучение, возникающее в кристалле и поляризованное вдоль оси Y, реги-

стрировалось в направлении распространения накачки на фотопленку на спектрографе ИСП-51.

На рис. 1 приведены типичные спектрограммы сигнала спонтанного параметрического излучения, непосредственно иллюстрирующие зависимость сигнальной частоты  $\omega_1$  от направления распространения накачки в кристалле. Изменение направления распространения накачки в кристалле (угла  $\theta$ ) осуществлялось вращением кристалла вокруг оси  $Y$ .

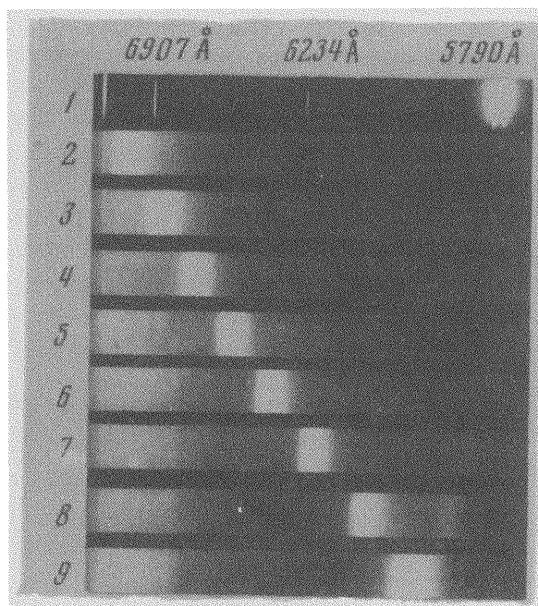


Рис. 1. Спектрограмма сигнала спонтанного параметрического излучения для  $\lambda_n = 4880 \text{ \AA}$ : 1 – спектр ртути, 2 – 9 – спектрограммы сигнала для углов  $\theta = 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44$  и  $45$  соответственно

На рис. 2 приведены графики перестроечных кривых в кристалле  $\alpha\text{-HfO}_3$  для накачки с длинами волн  $\lambda_{n1} = 4880 \text{ \AA}$  (кривые 1) и  $\lambda_{n2} = 5145 \text{ \AA}$  (кривые 2). Сплошные кривые являются результатом расчета для случая одномерного параметрического взаимодействия. Расчет производился на основании данных по дисперсии показателей преломления кристалла  $\alpha\text{-HfO}_3$ , измеренных до  $\lambda = 1,2 \text{ мк}$  в работе [3]. Для области спектра с  $\lambda > 1,2 \text{ мк}$  дисперсия показателей преломления аппроксимировалась по формулам Коши. Результаты эксперимента нанесены кружками для  $\lambda_{n1} = 4880 \text{ \AA}$  и точками для  $\lambda_{n2} = 5145 \text{ \AA}$ . Пунктирная линия условно показывает начало заметного поглощения кристалла  $\alpha\text{-HfO}_3$  в длинноволновой области спектра. Из рис. 2 видно, что вблизи  $\omega_1 = 16000 \text{ см}^{-1}$  в экспериментальных перестроечных кривых наблюдаются аномалии, которые мы связываем с аномальной дисперсией в области поглощения дополнительной час-

тоты  $\omega_2$ , где формулы Коши становятся неприменимыми. Подобные аномалии в перестроечных кривых вблизи поглощения дополнительного излучения наблюдались ранее в кристалле АСР [5]. Из экспериментальных перестроечных кривых следует, что  $d\omega/d\theta = 230 \text{ см}^{-1}/\text{град}$  для  $\lambda_{H1} = 4880 \text{ \AA}$  и  $d\omega/d\theta = 250 \text{ см}^{-1}/\text{град}$  для  $\lambda_{H2} = 5145 \text{ \AA}$ .

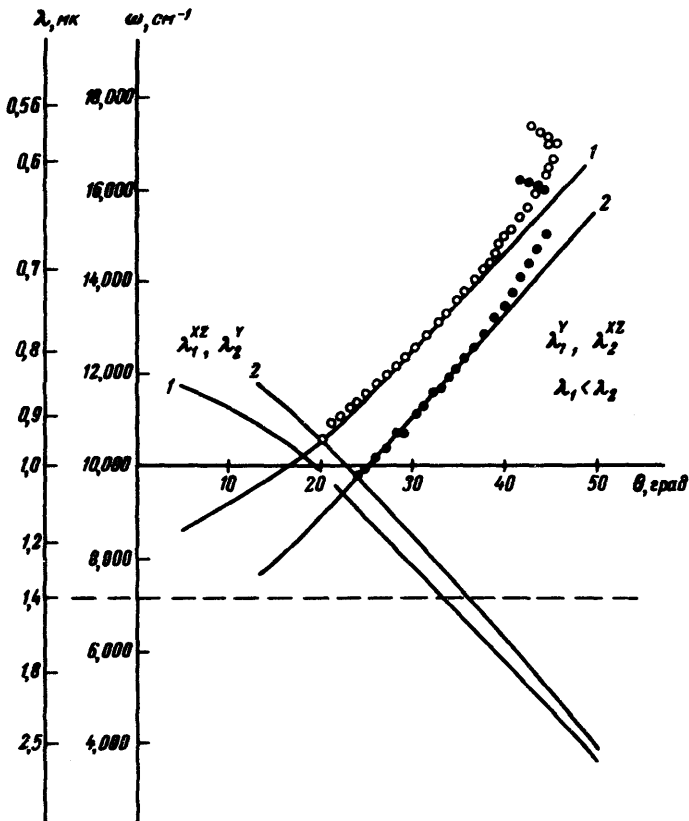


Рис. 2. Перестроечные кривые для кристалла  $\alpha\text{-NiO}_3$  для длин волн накачки  $\lambda_{H1} = 4880 \text{ \AA}$  (кривые 1) и  $\lambda_{H2} = 5145 \text{ \AA}$  (кривые 2).  $\lambda^{XZ}$  означает, что волна поляризована в плоскости (XZ), а  $\lambda^Y$  — параллельно оси Y

В заключение следует отметить, что кристалл  $\alpha\text{-NiO}_3$  может быть использован в качестве материала для создания как импульсных, так и непрерывных параметрических генераторов света, перестраиваемых в области от  $\sim 0,6$  до  $\sim 1,3 \text{ мк}$ .

## Литература

- [1] А.Ахманов, Р.Е.Хохлов. УФН, 88, 439, 1966; (см. также S.H.Harris. Proc. IEEE, 57, 2098, 1969.
  - [2] S.K.Kurtz, T.T.Perry. J.Appl. Phys., 39, 3798, 1968.
  - [3] S.K.Kurtz, T.T.Perry, J.G.Bergman, Jr. Appl. Phys. Lett., 12, 186, 1968.
  - [4] Standards on piezoelectric crystals. Proc. IRE, 37, 1378, 1949.
  - [5] D.Magde, H.Mahr. Phys. Rev., 171, 393, 1968.
-