

## ИЗМЕНЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА СВЕТА ВНЕШНИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Г.В.Кравоцеков, С.В.Круглов, С.И.Мареников, Ю.Н.Поливанов

Наряду с существующими методами перестройки длины волны излучения параметрического генератора света (ПГС) – механическое вращение кристалла в резонаторе [1] и изменение температуры кристалла [2] – определенный интерес представляет электрооптический метод.

Сущность электрооптического метода состоит в варьировании выходных частот ПГС ( $\Delta\omega$ ) путем изменения показателей преломления ( $\Delta n$ ) кристалла KDP ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) при приложении к нему внешнего электрического поля  $E$ :  $\Delta\omega \sim \Delta n \sim r_{63} E$ , где  $r_{63}$  – линейный электрооптический коэффициент, равный  $10^{-7}$  CGSE при  $T = 300^\circ\text{K}$ . Соответствующие расчеты, выполненные для кристалла KDP [3], показали, что при комнатной температуре даже сравнительно большие поля ( $100 \text{ кв/см}$ ) не дают заметного эффекта. Существенное изменение частоты ПГС можно получить в области сегнетоэлектрического перехода (для кристалла KDP температура Кюри  $T_c = 123^\circ\text{K}$ ). В этой области электрооптический коэффициент  $r_{63}$  резко возрастает и достигает в самой  $T_c$  значения  $10^{-4}$  CGSE [4]. Результаты расчетов для волны накачки  $\lambda_H=0,53 \mu\text{м}$  (вторая гармоника излучения ОКГ на неодиме) и типа синхронизма "еое" приведены на рис.1, из которого следует, что при приложении внешнего электрического поля к кристаллу KDP перестроечные кривые смещаются в зависимости от величины и знака поля. Таким образом,

по фиксированному направлению в кристалле, задаваемому углом  $\theta$ , возможна плавная перестройка частоты ПГС. Для проверки такой возможности был проведен эксперимент на установке, схематично изобра-

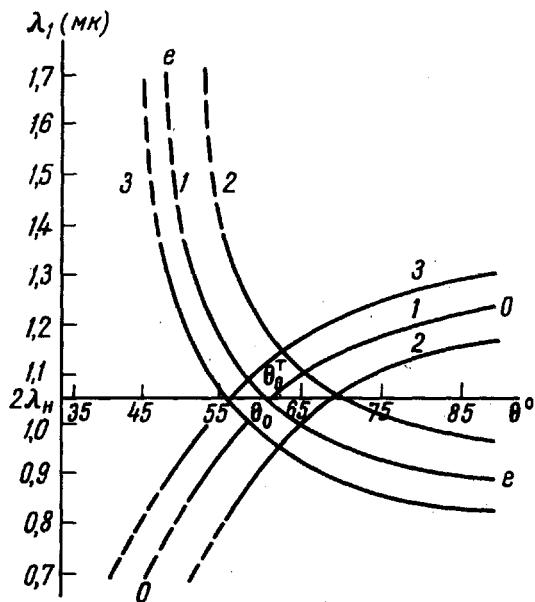


Рис.1. Изменение длины волны в зависимости от  $E$  при  $T \approx T_c$ : 1 —  $E = 0$ ,  
2 —  $E = +10 \text{ кв/см}$ , 3 —  $E = -10 \text{ кв/см}$

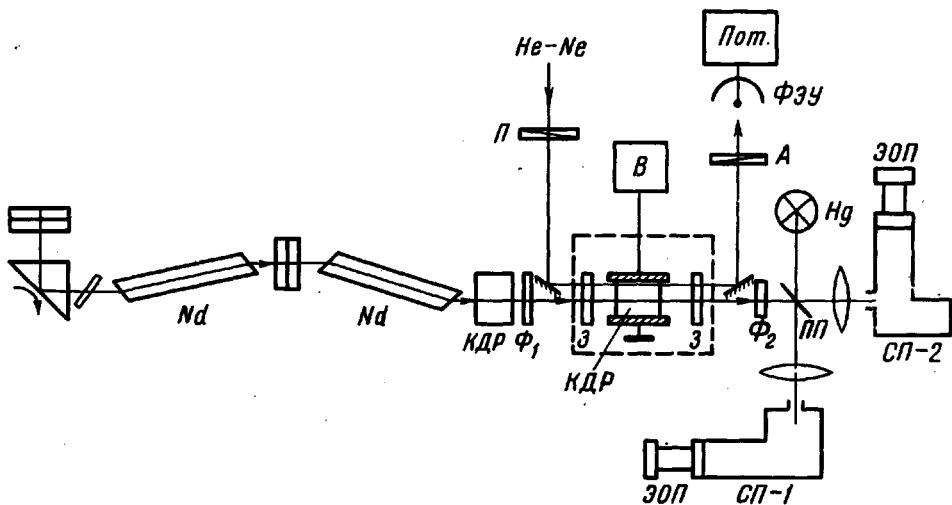


Рис.2. Схема экспериментальной установки

женной на рис.2. Поляризованный луч ОКГ на стекле с  $Nd^{3+}$  с модуляцией добротности (вращающаяся призма), проходя через усилитель, попадает на кристалл КДР-удвоитель ( $l = 3 \text{ см}$ ), в котором возбуждает

волну второй гармоники, являющуюся накачкой для ПГС. Для более полной поляризации в резонатор ОКГ помещена дополнительная стеклянная пластина под углом Брюстера. Жидкостный фильтр ( $\Phi_1$ ), эффективно поглощающий основное излучение ( $\lambda = 1,06 \text{ мк}$ ), пропускал

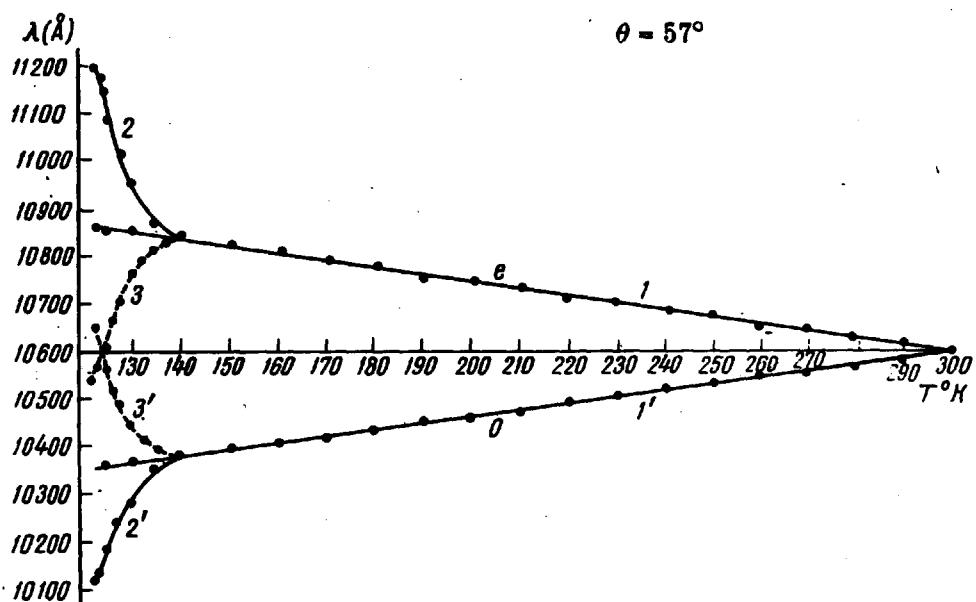


Рис.3. Экспериментальная зависимость длины волны ПГС от  $T$  и  $E$ :  
1 - 1' -  $E = 0$ , 2 - 2' -  $E = +5 \text{ кВ/см}$ , 3 - 3' -  $E = 5 \text{ кВ/см}$

90% излучения накачки ( $\lambda = 0,53 \text{ мк}$ ) на кристалл KDP ( $l = 3,3 \text{ см}$ ), помещенный в оптический криостат, в котором входное и выходное окна (два зеркала з-з), образуют параметрический резонатор. Зеркала с коэффициентом пропускания на волне накачки  $\sim 85\%$ , имели коэффициент отражения  $R = 95\%$  на длине волны  $\lambda = 1,06 \text{ мк}$  со "столом" около вырожденного случая в 500-700 Å на уровне  $R > 90\%$ . Параметрический кристалл KDP был вырезан под углом  $\theta = 57^\circ$  и  $\phi = 15^\circ$ . Значение угла  $\phi$  выбрано для выполнения одновременно двух условий:  $\Delta n(E) \neq 0$ ,  $\beta \neq 0$ , где  $\beta$  – параметр нелинейного взаимодействия [5]. При таком срезе  $\Delta n(E) = 0,5 \Delta n(E)_{\max}$  и  $\beta = 0,87 \beta_{\max}$ . Внутри оптического криостата поддерживался вакуум  $10^{-5} \text{ мм рт.ст.}$  Электроды, к которым прикладывалось импульсное поле, являлись одновременно хладопроводами. Температура кристалла определялась по характеристикам пропускания луча Не – Не лазера системой поляризатор-криSTALL-анализатор (П, KDP, А) (рис.2). Из соотношения  $\Delta T = \lambda/l_a$ , где  $a$  – коэффициент температурного изменения двулучепреломления, можно определить температурный интервал между двумя соседними минимумами (или максимумами) характеристики пропускания системы  $l/l_0 = -\sin^2(\pi \Delta n P / \lambda)$ , где  $l$  – длина параметрического кристалла. Максимальная плотность мощности накачки составляла  $40-45 \text{ Мж/см}^2$  при

пороговой плотности мощности для вырожденного случая  $18-20 \text{ МэВ}/\text{см}^2$ . Соответствующая расчетная величина равна  $12 \text{ МэВ}/\text{см}^2$ .

На рис.3 представлены результаты измерений на спектрографах СП-1 и СП-2 области перестройки длины волн. Линии ртутной лампы Hg слу-жили эталонами длин волн для СП-1 и СП-2. Из кривой 1-1' (изменяет-ся только  $T$ ,  $E=0$ ), следует, что максимальная общая температурная пе-рестройка достигает величины  $\Delta\lambda_T = 510 \text{ \AA}$ , или  $2,4 \text{ \AA}/\text{град}$ . При изме-нении температуры от комнатной до  $T_c$  в нашем случае возбуждались лишь ветви перестроекных кривых, у которых  $\lambda_1$  – необыкновенная,  $\lambda_2$  – обыкновенная, где  $\lambda_1 > \lambda_0 > \lambda_2$ . Кривая 2-2' соответствует слу-чаю  $E = +5 \text{ кв/см}$  и кривая 3-3' –  $E = -5 \text{ кв/см}$ \*. Из кривых видно, что электрооптический эффект начинает оказывать воздействие (при указанных полях) лишь при температурах, отстоящих от  $T_c$  на  $20^\circ$  и меньше. Максимальное изменение длины волны только за счет прило-женного поля составляет  $\Delta\lambda_E = 630 \text{ \AA}$ , что вместе с температурной перестройкой составляет общую перестройку от вырожденного случая  $\Delta\lambda_{T,E} = 1080 \text{ \AA}$ . Таким образом, в нашем эксперименте удалось пере-крыть диапазон длин волн излучения ПГС от 10120 до 11200  $\text{\AA}$ . Полу-ченная величина перестройки не является пределом, так как срез кри-сталла, используемый в эксперименте, дает только  $0,5 \Delta\lambda(E)_{\max}$ . На другом срезе при повышении пороговой накачки возможна большая перестройка.

Авторы выражают благодарность В.В.Аборину и Н.Д.Лизунову за помощь в работе.

Институт физики полупроводников  
Академии наук СССР  
Сибирское отделение

Поступило в редакцию  
26 ноября 1967 г.

### Литература

- [1] С.А.Ахманов, А.И.Ковригин, В.А.Колосов, А.С.Пискарская, В.В.Фа-деев, Р.В.Хохлов. Письма ЖЭТФ, 3, 372, 1966.
- [2] J.A.Giordmaine, R.Miller. Physics of Quantum Electronics Conf. Proc., n-4, 1965.
- [3] С.И.Маренников, Е.В.Пестряков, Г.В.Кривошёков. Труды II Все-союзного симпозиума по нелинейной оптике. Новосибирск, 15-22 июня 1966.
- [4] B.Zwicker, P.Scherrer. Helv. Phys. Acta, 17, 346, 1944.
- [5] С.А.Ахманов, Р.В.Хохлов. Проблемы нелинейной оптики. ВИНИТИ, М., 1964.

\* Перемена знака поля эквивалентна повороту кристалла внутри резо-натора на  $180^\circ$  при прежнем поле.