

ДИСКРЕТНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ЧАСТОТЫ ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ
НА КРИСТАЛЛЕ LiIO_3 ОТ CO-ЛАЗЕРА

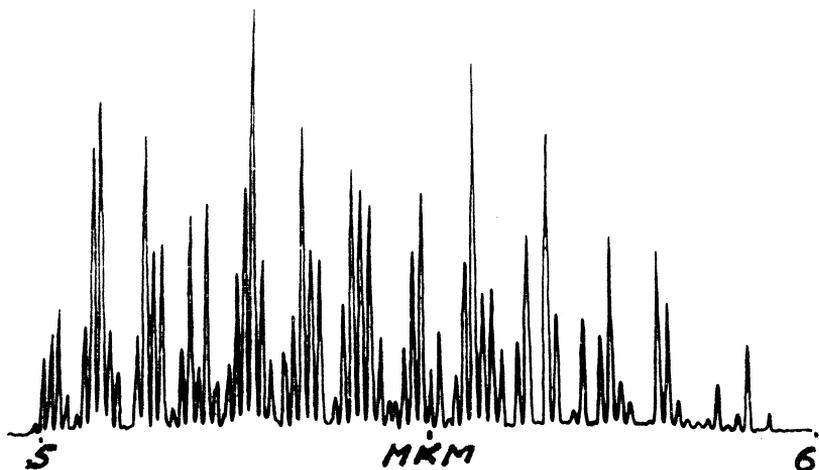
Г. Ф. Добрянский, Л. А. Кулевский.

А. Д. Савельев, В. В. Смирнов

Известно /1/, что CO-лазер без применения селектирующих устройств генерирует несколько десятков спектральных линий, расположенных в диапазоне от 5,0 до 6,0 мкм (рис. 1). Производя удвоение частоты при помощи подходящего кристалла с нелинейной квадратичной поляризуемостью, можно получить источник квазинепрерывного по частотам излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 3 мкм. При этом, благодаря дисперсии угла фазового синхронизма, кристалл - удвоитель частоты будет служить также частотным селектором, т.е. эффективное по интенсивности удвоение частоты будет происходить лишь в узком спектральном интервале. Условия фазового синхронизма можно создавать для нужной длины волны спектра, используя зависимость показателей преломления в кристалле от направления распространения света, температуры и т.д. /2/. Тем самым, с помощью подходящего типа перестройки можно изменять длину волны излучения второй гармоники.

В настоящей работе получена генерация второй гармоники на кристалле LiIO_3 при накачке CO-лазера. Спектр преобразованного излучения мог дискретно перестраиваться в пределах от 2,5 до 2,8 мкм путем изменения угла θ между оптической осью и направлением распространения излучения основной частоты. CO-лазер работал в режиме модулированной добротности. Модуляция осуществлялась вращающимся с частотой 125 гц клиновидным германиевым зеркалом. Газоразрядная трубка охлаждалась жидким азотом. Длительность импульсов генерации составляла 3 мксек. Излучение регистрировалось фотоприемником Ge:Au при $T = 77^\circ\text{K}$ с постоянной времени ~ 50 нсек. Интегральная по спектру пиковая

мощность составляла 600 вт. Спектр генерации, записанный с помощью монохроматора ИМ-1, представлен на рис. 1. Излучение



Р и с. 1. Спектр генерации CO-лазера.

лазера фокусировалось на кристалл LiIO_3 линзой из NaCl с $f = 86$ мм, так что расходимость падающего на кристалл излучения была $\leq 2^\circ$.

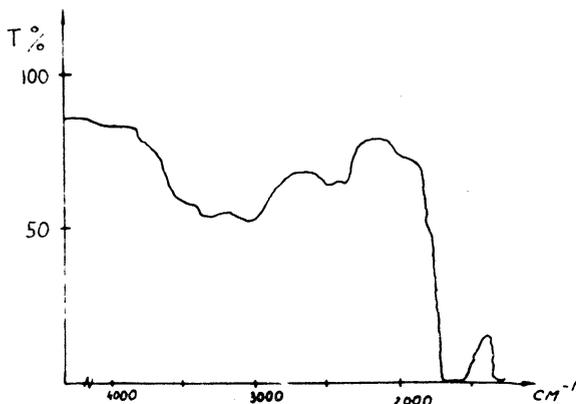
В наших экспериментах использовался кристалл LiIO_3 длиной 2,25 мм, вырезанный под углом 30° к оптической оси. Спектр пропускания образца представлен на рис. 2. Для преобразования излучения использовалось взаимодействие типа $e = o + o$. Эффективный нелинейный коэффициент для этого случая

$$d_{\text{эфф}} = d_{31} \sin \theta; d_{31}(\text{LiIO}_3) / d_{36}(\text{KDP}) = 11 / 3\%$$

На рис. 3 а,б представлена запись спектра излучения второй гармоники для двух различных углов θ . Пиковая мощность излучения второй гармоники составляла 4 мвт при длительности импульса 2 мксек. На рис. 3в приведен экспериментальный график перестройки спектра излучения второй гармоники в зависимости от угла θ . В спектре генерации второй гармоники наблюдаются 2 - 3 эффективно преобразованные линии, так как длина кристалла при имев-

шейся расходимости не позволяла сузить преобразованный спектр до отдельной линии. В приближении плоских волн, пренебрегая потерями, интенсивность второй гармоники дается выражением /4/

$$J_{2\omega} = \frac{32\pi^3 (2\omega)^2}{c^3 n_{2\omega} n_{\omega}^2} d_{\text{эфф}}^2 I^2 J_{\omega}^2 \left\{ \sin^2[(n_{\omega} - n_{2\omega})l/\lambda] \right\} / [(n_{\omega} - n_{2\omega})l/\lambda]^2, \quad (1)$$



Р и с. 2. Спектр пропускания кристалла LiIO_3 , $l = 2,25$ мм.

где J_{ω} и $J_{2\omega}$ - интенсивности излучения соответственно основной частоты и второй гармоники, n_{ω} и $n_{2\omega}$ - показатели преломления на основной частоте и частоте второй гармоники, c - скорость света в среде, l - длина кристалла.

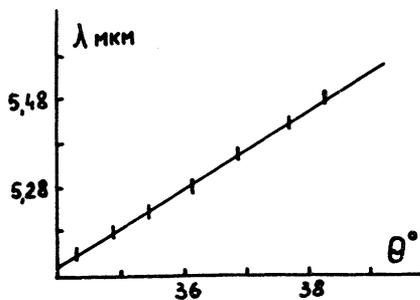
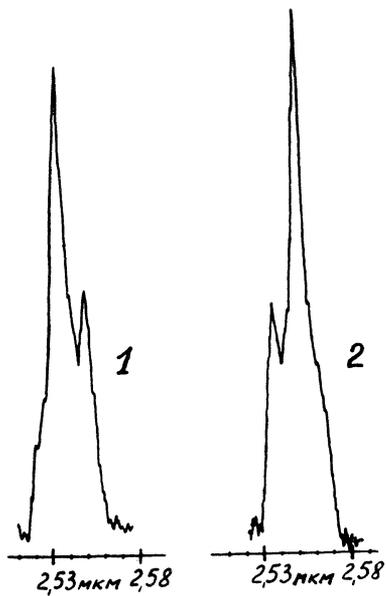
При взаимодействии $e = o + o$ $n_{\omega} = n_{\omega}^o$ не зависит от угла θ , а

$$n_{2\omega}^e \approx n_{2\omega}^o - \Delta n_{2\omega} \sin^2 \theta. \quad (2)$$

Для фиксированной длины волны накачки λ_0 вблизи соответствующего ей угла фазового синхронизма θ_0 можно записать

$$n_{\omega} - n_{2\omega} = \frac{\partial(n_{\omega} - n_{2\omega})}{\partial \theta} (\theta - \theta_0) + \left(\frac{\partial n_{\omega}}{\partial \lambda} - \frac{1}{2} \frac{\partial n_{2\omega}}{\partial \lambda_{2\omega}} \right) (\lambda - \lambda_0). \quad (3)$$

Используя (1), (2), (3), находим $\Delta \theta(\lambda_0)$ и $\Delta \lambda(\theta_0)$, в пределах которых интенсивность преобразованного излучения гармоники



Р и с. 3. а) Спектр излучения второй гармоники.

1) $\theta = \theta_1 = 34^\circ \pm 1^\circ$; 2) $\theta = \theta_1 + 17^\circ$.

б) Кривая угловой перестройки для генерации второй гармоники.

уменьшается до половины от максимальной величины в точке фазового синхронизма

$$\Delta\theta = \frac{0,44\lambda}{1 \frac{\partial(n_{\omega} - n_{2\omega})}{\partial\theta}}, \quad (4)$$

$$\Delta\lambda = \frac{0,44\lambda}{1 \left(\frac{\partial n_{\omega}}{\partial\lambda} - \frac{1}{2} \frac{\partial n_{2\omega}}{\partial\lambda} \right)}. \quad (5)$$

Используя данные по показателям преломления LiIO_3 /5/, получаем численные значения $\Delta\theta \approx 30'$ и $\Delta\lambda \approx 0,023$ мкм для $l = 2,25$ мм. Из (4) и (5) видно также, что увеличив длину кристалла до размеров $l \geq 5$ мм и уменьшив расходимость излучения накачки до $\leq 30'$, можно осуществить эффективное преобразование излучения в спектральном интервале $\leq 0,01$ мкм, что соответствует отдельным линиям СО-лазера.

В заключение авторы выражают благодарность В. Н. Очнину за помощь при конструировании СО-лазера.

Поступила в редакцию
3 марта 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. R. M. Osgood, E. R. Nichold, W. C. Eppers, R. D. Petty. Appl. Phys. Letts., 15, 69 (1969).
2. С. А. Ахманов, Р. В. Хохлов. "Проблемы нелинейной оптики", Москва, 1965 г.
3. F. R. Nash, J. G. Bergman, G. D. Boyd, E. H. Turner. Journal of Appl. Phys., 40, 5201 (1969).
4. J. A. Armstrong, N. Blombergen, J. Ducuing, P. S. Pershan. Phys. Rev., 127, 1918 (1962).
5. G. Nath, S. Haussühl. Appl. Phys. Letts., 14, 154 (1969).