

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ВБЛИЗИ ТЕМПЕРАТУРЫ КЮРИ В КРИСТАЛЛЕ KDP

Р. Б. Андреев и В. Д. Волосов

Приведены результаты экспериментального исследования угла синхронизма, угловой структуры второй гармоники и частотной дисперсии направления синхронизма при генерации второй гармоники частот излучения неодимового лазера в KDP в окрестности точки Кюри при наличии и отсутствии внешнего электрического поля.

Эффективность процесса генерации второй гармоники (ГВГ) в различных кристаллах определяется совокупностью их параметров, среди которых весьма существенны такие, как угловая, спектральная и температурная ширина синхронизма. В работах [1, 2] авторами проведены исследования этих параметров для большой группы нелинейных кристаллов. Большой практический интерес представляет изучение возможностей управления вышеназванными характеристиками.

Для некоторых кристаллов, таких как LiNbO_3 , $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$, CsH_2AsO_4 (СДА), эффективное управление углом синхронизма осуществлено путем изменения температуры кристаллов [3-5]. При этом осуществлен режим так называемого «90-градусного синхронизма», в котором существенно изменяется угловая, спектральная и температурная ширина синхронизма. Однако в наиболее популярном кристалле KH_2PO_4 (KDP) такой режим ГВГ осуществить не удастся ввиду весьма малой величины производной $d\theta/dT$, не превосходящей 33 угл. сек/град. [6].

В связи с этим значительный интерес представляет изучение возможности управления параметрами кристалла KDP внешним электрическим полем. Впервые экспериментальное наблюдение воздействия электрического поля на направление синхронизма в кристалле KDP осуществлено в [7] при ГВГ спектральных линий аргонового лазера. Расчет перестроенных кривых при воздействии электрического поля на параметрический генератор из KDP приведен в [8]. Причем в [7, 8] кристалл охлаждался до температуры Кюри ($\sim 122^\circ \text{K}$), так как при этом на 3 порядка возрастает электрооптическая константа r_{63} [9], определяющая изменение показателя преломления под действием электрического поля ($\Delta n \sim r_{63}E^2$).

В настоящем сообщении приводятся результаты экспериментального исследования угла синхронизма, угловой структуры второй гармоники и частотной дисперсии направления синхронизма при ГВГ частот излучения неодимового лазера в KDP в окрестности точки Кюри при наличии и отсутствии внешнего электрического поля.

Методика исследования угловых и спектральных характеристик ГВГ описана нами в работе [10]. Охлаждение кристалла осуществлялось парами жидкого азота, для чего кристалл помещался в сосуд Дьюара специальной формы.

Угловая структура гармоники показана на рис. 1. Как видим, при oo - e -взаимодействии и температуре фазового перехода угловая структура гармоники расширяется и расщепляется на ряд полос без изменения их интенсивности. При дальнейшем охлаждении кристалла в структуре появляются дополнительные максимумы вдали от основной группы, а за-

тем вся картина расплывается на множество максимумов небольшой интенсивности.

Следует заметить, что при нагреве кристалла выше точки Кюри восстановление обычной угловой структуры гармоника происходит при более высокой температуре, чем искажение ее при охлаждении.

Угловая картина ВГ восстанавливается также, если выдержать кристалл при температуре несколько выше точки Кюри 1÷2 часа. По-видимому, подобное «затягивание» определяется инерционностью процесса восстановления первоначальной фазы кристалла.

Для oe - e -взаимодействия (рис. 1) характер искажения угловой структуры при переходе через точку Кюри отличается от oo - e -взаимодействия.

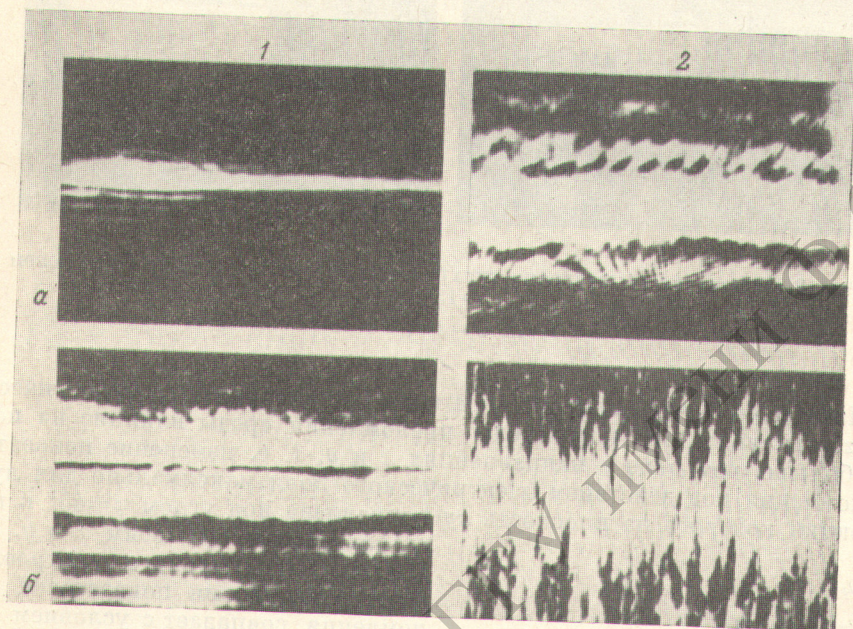


Рис. 1. Угловая структура второй гармоники частот неодимового лазера: вдали ($\sim 140^\circ \text{K}$) (а) и вблизи ($\sim 125^\circ \text{K}$) (б) точки Кюри кристалла. 1 — KDP взаимодействие oo - e ($l=38 \text{ мм}$), 2 — KDP, взаимодействие oe - e ($l=24 \text{ мм}$).

Происходит падение интенсивности в угловой структуре второй гармоники и хаотическое структурирование без существенного ее расширения.

Таким образом, при ВГ в кристалле KDP oo - e -взаимодействия около точки Кюри можно добиться заметного (2—4 раза) увеличения угловой ширины синхронизма, которая при комнатной температуре весьма узка (6 угл. мин./см).

Исследования дисперсии направления синхронизма в кристалле KDP при oe - e -взаимодействии вблизи фазового перехода показали, что существенного изменения величины дисперсии не происходит. Для oo - e -взаимодействия дисперсия исправления синхронизма много меньше [1] и потому изменение этой величины не исследовалось.

Исследование влияния внешнего электрического поля на параметры преобразования частоты производилось путем фотографической регистрации на один кадр угловой структуры ВГ в присутствии и отсутствии поля (последовательно закрывая маской половину кадра). При приложении поля ($E \sim 15 \text{ кв}$) вдоль оси луча (вдоль направления синхронизма) направление синхронизма смещается (рис. 2, а). При температуре $T=136^\circ \text{K}$ смещение происходит без изменения угловой структуры гармоника, а при приближении к точке Кюри ($T \sim 127^\circ \text{K}$) смещение сопровождается искажением угловой структуры (рис. 2, б), аналогичным наблюдаемому без поля при фазовом переходе (сравним рис. 2, б и 1, б). Отмечено, что

при подаче поля при температуре около $T \approx 136^\circ \text{K}$ (нагрев от точки Кюри) обычная угловая структура сразу же восстанавливается. Таким образом, подача поля ускоряет восстановление первоначальной фазы кристалла.

На рис. 3 приведена зависимость перестроечного параметра, т. е. производной угла синхронизма по полю $d\theta/dE$ от температуры кристалла для $oo-e$ -взаимодействия. Максимальная величина $d\theta/dE = 1.5 \text{ мин.} \cdot \text{см/кв.}$

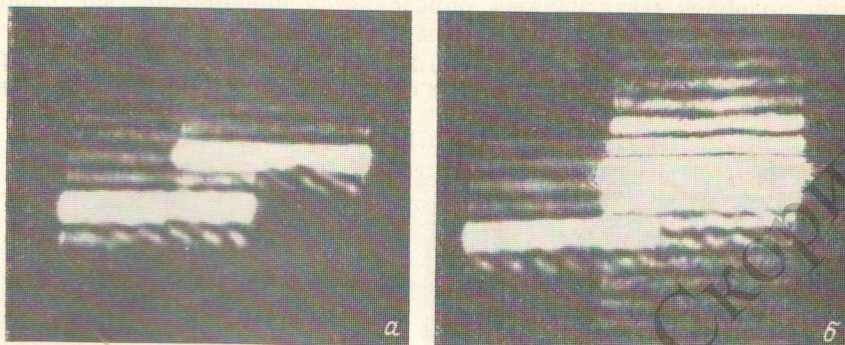


Рис. 2. Изменение направления синхронизма внешним электрическим полем $\sim 15 \text{ кв.}$

$T, ^\circ\text{K}: a - 136, b - 126.$

Известно [8], что электрическое поле, направленное вдоль оптической оси z , оказывает на показатели преломления среды влияние на порядок больше, чем поле в направлениях x и y , т. е. изменение показателя преломления под действием электрического поля максимально для луча, проекция которого на плоскость xy направлена под углом $\varphi = 45^\circ$ к кристаллографическим осям x и y . Это условие максимального электрооптического изменения показателей преломления совпадает с условием синхронизма для ГВГ излучения неодимового лазера для взаимодействия $oo-e$ ($\varphi = 45^\circ, \theta = 41^\circ$), за исключением того, что в нашем случае (направление электрического поля вдоль синхронизма) действует составляющая поля, равная проекции его на ось z ($E_0 \cos \theta$). Для взаимодействия $oe-e$, где $\theta = 60^\circ, \varphi = 0^\circ$ влияние электрического поля много меньше, что для нашего случая составляет

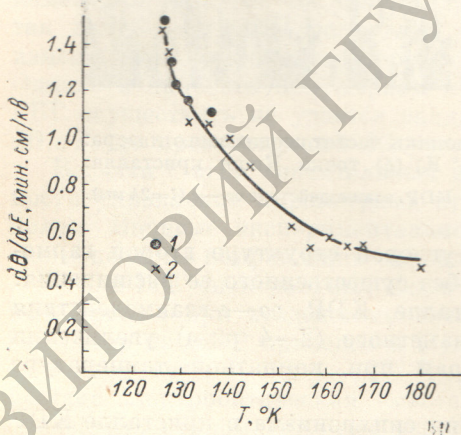


Рис. 3. Кривая зависимости производной угла синхронизма по электрическому полю $d\theta/dE$ от температуры вблизи точки Кюри кристалла KDP ($oo-e$).

1 — охлаждение до точки Кюри, 2 — нагрев от точки Кюри.

интенсивности ВГ, что дает возможность производить высокочастотную модуляцию излучения второй гармоники.

Литература

- [1] Р. Б. Андреев, В. Д. Волосов. Опт. и спектр., 29, 234, 1970.
- [2] Р. Б. Андреев. Тез. докл., представленных на VI Всесоюзн. конф. по нелинейной оптике, 177. Минск, 1972.

- [3] Р. Б. Андреев, В. Д. Волосов, А. Г. Калинин. Квантовая электроника, № 6 (12), 48, 1972.
- [4] L. G. Van Uiter, J. J. Rubin, W. A. Vonner. IEEE, GQ-4, № 10, 1968.
- [5] Ю. Д. Голяев, В. Г. Дмитриев, И. Я. Ицхоки, В. Н. Краснянская, И. С. Рез, Е. А. Шалаев. Квантовая электроника, № 1 (13), 122, 1973.
- [6] В. Д. Волосов, М. И. Дивлекеев, Д. И. Перлов. ЖТФ, 38, 766, 1968.
- [7] N. T. Adams, J. J. Barrett. IEEE, QE-2, № 9, 1966.
- [8] Г. В. Кривошеков, С. И. Маренников. Тр. II Всесоюзн. симп. по нелинейной оптике. Изд. «Наука», Новосибирск, 1968.
- [9] V. Zwicker, P. Scherger. Helv. Phys. Acta, 17, 346, 1944.
- [10] Р. Б. Андреев, В. Д. Волосов. Опт. и спектр., 26, 809, 1969.

Поступило в Редакцию 5 ноября 1973 г.
