

- [1] K a t s o u l e a s T., D a w s o n J.M. // Phys. Rev. Lett. 1983. V. 51. P. 392-395.
- [2] Нагорский Г.А., Орлов Ю.Ф. // ЖЭТФ. 1973. Т. 64. В. 3. С. 761-767.
- [3] Файнберг Я.Б. // Физика плазмы. 1987. Т. 13. В. 3. С. 607-612.
- [4] Ерохин Н.С., Комилов К., Хакимов Ф.Х., Хачатрян А.Г. // Физика плазмы. 1989. Т. 15. В. 11. С. 1290-1296.
- [5] Ерохин Н.С., Моисеев С.С., Сагдеев Р.З. // Письма в Астрономический журнал. 1989. Т. 15. С. 3-10.

Институт космических исследований  
АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию  
27 марта 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 8

26 апреля 1991 г.

05.2; 07

© 1991

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛОВОГО СИНХРОНИЗМА В КРИСТАЛЛЕ  
ВВО С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА  
НА САПФИРЕ С ТИТАНОМ

В.Н. Лопатко, Ю.С. Осепедчик,  
А.И. Писаревский, А.Л. Просвирнин,  
Т.Н. Тимошенко, Е.Ф. Титков,  
В.А. Шишенок

Кристалл ВВО -  $\beta$ - $VaB_2O_4$ , являющийся одним из новых высокоэффективных нелинейно-оптических материалов, впервые был синтезирован авторами [1, 2]. В СССР о получении кристаллов ВВО в виде пластинок толщиной 1-2 мм сообщалось в работе [3]. Характерными особенностями данного материала являются высокая лучевая стойкость (в 2-3 раза выше, чем у  $KDP$ ), большой нелинейно-оптический коэффициент (в 4-6 раз выше, чем у  $ADP$  [4]), а также широкий температурный синхронизм ( $\Delta T = 55^\circ C$  [5]), который можно реализовать почти во всем диапазоне прозрачности от 190 до 3500 нм [6]. Малая расстройка групповой скорости света в кристалле ВВО делает его привлекательным для преобразования излучения с импульсами фемтосекундной длительности во вторую гармонику [7].

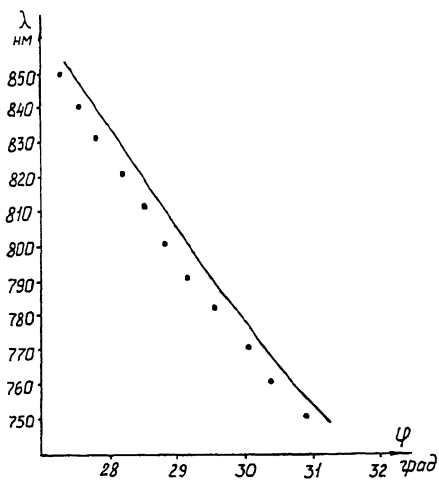


Рис. 1. Зависимость угла синхронизма в кристалле ВВО от длины волны излучения лазера на сапфире с титаном (точки — экспериментальные данные).

ВВО представляет собой отрицательный, одноосный, механически прочный, химически инертный кристалл. Симметрия кристалла  $C_3^4-R$ , параметры кристаллической решетки:  $a = b = 1.2532$  нм,  $c = 1.2717$  нм. Температура плавления кристалла  $T = 1035 \pm 3$  °С.

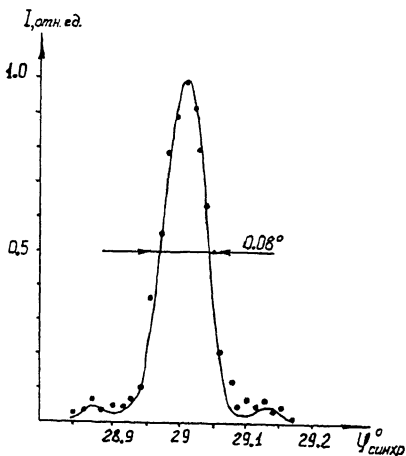
Исследованный в данной работе кристалл  $\beta$ - $VaB_2O_4$  был получен нами в системе  $VaB_2O_4 - VaB_2O_4 \cdot Na_2O$ . Эта система является простой эвтектической с температурой эвтектики 755 °С. Разность между эвтектической температурой и температурой фазового перехода кристалла  $\beta$ - $VaB_2O_4$  составляет 170 °С. Рост проводился на ориентированную затравку в динамическом режиме. Скорость снижения температуры равнялась примерно 0.1 °С/ч. В результате был получен кристалл размером  $10 \times 15 \times 4$  мм<sup>3</sup>. Пропускание рабочего образца, имеющего после полировки длину 2.4 мм, составляло не менее 90 % в диапазоне 350–2000 нм и 72 % на длине волны 200 нм.

С целью исследования углового синхронизма в кристалле ВВО был использован квазинепрерывный лазер на сапфире с титаном, имеющий полуконфокальный селективный резонатор [8]. Лазер обеспечивал излучение средней мощностью 20–140 мВт при частоте следования импульсов 8 кГц. Длительность импульса составляла 30 нс, а ширина линии генерации около 8 нм в диапазоне длин волн 700–900 нм. Для возбуждения лазера на сапфире с титаном использовался серийный лазер ЛТИ-701, обладающий средней мощностью 3.5 Вт на длине волны 532 нм.

При фокусировке излучения, генерируемого лазером на сапфире с титаном линзой с фокусным расстоянием 8 см, на поверхности кристалла ВВО достигалась плотность мощности от 5 до 30 МВт/см<sup>2</sup>, что позволило получить излучение, перестраиваемое в диапазоне 370–450 нм на уровне 100–300 мкВт.

На рис. 1 представлены полученная экспериментально и рассчитанная теоретически с помощью констант Селмейера, приведенных в работе [9], зависимости угла синхронизма от длины волны излучения для второй гармоники (в кристалле ВВО синхронизм 1 типа, взаимодействие ООЕ) лазера на сапфире с титаном. Измеренные углы фазового синхронизма примерно на 0.4 градуса мень-

Рис. 2. Ширина углового синхронизма в кристалле ВВО на длине волны 790 нм (точки — экспериментальные данные).



ше рассчитанных во всем диапазоне перестройки лазера на сапфире с титаном, что связано с систематической ошибкой при измерениях, поскольку наклон экспериментальной и теоретических кривых одинаков. Из рисунка также следует, что для поддержания максимальной эффективности преобразования излучения лазера на сапфире с титаном во вторую гармонику во всем спектральном диапазоне (700–900 нм) необходима угловая подстройка кристалла ВВО в пределах 4 градусов.

Зависимость относительной средней мощности излучения второй гармоники от угла фазового синхронизма, характеризующая ширину углового синхронизма в кристалле ВВО, представлена на рис. 2. Ширина углового синхронизма по полувысоте была измерена с помощью прецизионного гониометра фирмы „Joben Iron“ на длине волны 790 нм и составила 0,08 градуса (4,8 угл. мин.). Поскольку исследуемый кристалл имел длину 2,4 мм, то полная угловая ширина синхронизма составила 0,38 мрад·см, что близко к расчетной величине (0,34 мрад·см) и соответствует результатам, полученным авторами [5] при удвоении излучения перестраиваемого лазера на александрите на длине волны 755 нм в кристалле ВВО. Хорошее согласие с расчетом, полученное нами в отличие от авторов [5], объясняется узкой спектральной шириной и малой расходимостью, близкой к дифракционной, излучения использованного лазера на сапфире с титаном.

Таким образом, в работе впервые продемонстрирована возможность использования кристаллов ВВО для удвоения частоты излучения квазинепрерывного лазера на сапфире с титаном, импульсы генерации которого имеют пиковую мощность в пределах от 100 до 700 Вт. Для кристалла ВВО определена зависимость угла синхронизма от длины волны излучения лазера на сапфире с титаном в диапазоне 750–850 нм, а также измерена ширина углового синхронизма на длине волны 790 нм.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Chen C., Wu B., You G. et al. // Dig. Techpapers, XIQEC. 1984. Paper MCC5.

- [2] Chen G., Wu B., You G. // *Sic. Sinica (Ser. B)*. 1985. V. 82. P. 235.
- [3] Арумов Г.А., Крикунов С.А., Оселедчик Ю.С. и др. // Тез. докл. XIII междунар. конф. по когерент. и нелинейн. оптике. 1988. Ч. 4. С. 104.
- [4] Xu Z., Deng D., Zhao T., et. al. // *Chin. Phys. Lett.* 1989. V. 6. P. 68-71.
- [5] Chen D., Yeh J. // *Opt. Lett.* 1988. V. 13. P. 808-810.
- [6] Bhar G.C., Das S., Chatterjee U. // *Appl. Opt.* 1989. V. 28. No 2. P. 202-204.
- [7] Ishida Y., Yajima T. // *Opt. Commun.* 1987. V. 62. P. 197.
- [8] Назаренко П.Н., Окладников Н.В., Скрипко Г.А. и др. // *Оптика атмосферы*. 1989. Т. 2. № 11. С. 1220-1227.
- [9] Kato K. // *IEEE J. Quant. Electron.* 1986. V. QE-22. P. 1013-1014.

Поступило в Редакцию  
4 января 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 8

26 апреля 1991 г.

05.2; 07

© 1991

## РАДИАЦИОННО-НАВЕДЕННЫЕ ЦЕНТРЫ ОКРАСКИ В АЛЕКСАНДРИТЕ

П.Н. Яровой, В.Я. Медведев,  
Г.В. Букин, А.А. Михаленко,  
Л.А. Иванова

Оптическим характеристикам alexandrita ( $BeAl_2O_3:Cr^{3+}$ ) посвящено большое количество исследований, что связано прежде всего с его применением в качестве активной лазерной среды. Получена генерация излучения как на бесфононных переходах  ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$  ( $R$ -линия), так и на электронно-колебательных переходах  ${}^4T_2 \rightarrow {}^4A_2$  с перестройкой в диапазоне 700-800 нм [1-4].

В то же время информация о процессах релаксации энергии радиационного возбуждения и создания центров окраски в этом кристалле практически отсутствует. Этот вопрос представляется достаточно важным как в связи с тем, что alexandrit является ювелирным камнем, так и в связи с созданием в последнее время