

05.2; 07

© 1990

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ  
СВЕТА ПРИ ИНЖЕКЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА  
НА ЦЕНТРАХ ОКРАСКИИ.А. Бегишев, А.А. Гуламов,  
Ш.Р. Камалов, Т. Усманов,  
А.Д. Хаджаев

В настоящей работе сообщается о высокоэффективном преобразовании энергии (56%) в процессе параметрического усиления света в кристалле КДР при инъекции предварительно сформированного сигнального пучка с конформным профилем [1] лазера на  $F_2^-$  центрах окраски (ЦО). Выходная энергия параметрических волн составила 0,66 Дж, что соответствует коэффициенту усиления более  $10^4$ , при ширине спектральной линии 0,006 Å и расходимости излучения, близкой к дифракционной. В результате суммирования частот параметрических волн и волны накачки (эффективность процесса 40%) получено плавно перестраиваемое по частоте излучение в УФ области спектра с энергией 0,54 Дж.

Ранее сообщалось о суперлюминесцентных параметрических генераторах света (ПГС) на кристаллах АДР и КДР инфракрасного [2, 3] и видимого [4] диапазонов с выходной энергией в несколько джоулей и высокоэффективным ( $\sim 70\%$ ) преобразованием энергии накачки в параметрическом усилителе. Эти ПГС имели существенный недостаток: относительно большую расходимость излучения ( $\sim 10^{-2}$  рад) и широкую спектральную линию ( $\sim 10$  Å). Радикальное улучшение спектральных и угловых характеристик возможно при инъекции в кристалл-усилитель узкополосного и направленного затравочного сигнала [5, 6].

В [1] теоретически показано, что за счет придания поперечному распределению интенсивности волны затравочного сигнала специальной формы, так называемой конформной к профилю накачки, возможно полное преобразование энергии возбуждающего излучения в параметрические волны.

Экспериментальное исследование процесса параметрического усиления проводилось при накачке излучением второй гармоники лазера на фосфатном неодимовом стекле [7]. Параметры излучения лазера: плотность мощности до 5 ГВт/см<sup>2</sup>, длительность импульса – 0,5 нс, диаметр пучка на полувысоте – 36 мм, расходимость – 55 мкрад, пространственное распределение интенсивности – гипергауссовая функция с показателем степени  $N=4$ . Излучение лазера удваивается по частоте в кристалле КДР. Вторая гармоника после выделения дисперсионной призмой и сжатия 2х

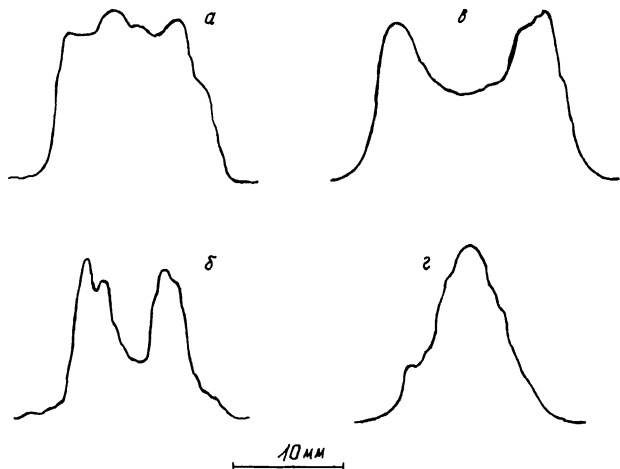


Рис. 1. Профили пространственного распределения интенсивности излучения накачки (а, в) и конформные к ним профили инжектируемого сигнала (б, г).

кратным телескопом служит накачкой параметрического усилителя на кристаллах КДР длиной 50 мм (тип взаимодействия  $e - e_0$ ).

В качестве затравочного сигнала используется излучение лазера на  $F_2^-$  ЦО. Энергия излучения затравочного сигнала 1 мДж, длительность импульса — 30 нс, ширина спектральной линии  $\sim 0,06 \text{ \AA}$ , диапазон перестройки 1.09–1.21 мкм. Импульсы накачки и затравочного сигнала совмещаются во времени, телескопической системой диаметр пучка затравочного сигнала согласуется с диаметром пучка излучения накачки, выставляется близкая к дифракционной расходимость, формируется близкий к конформному (по отношению к излучению накачки) профиль пространственного распределения интенсивности. На рис. 1, а представлен профиль пространственного распределения интенсивности излучения накачки, на рис. 1, б — конформный профиль пространственного распределения интенсивности затравочного сигнала. Через дисперсионную призму соосно с излучением накачки излучение затравочного сигнала подается на вход кристалла-параметрического усилителя. На рис. 2 представлены зависимости эффективности преобразования энергии в параметрические волны от плотности мощности накачки для одно- (а) и двухкристальной (б) схем для пары конформных профилей 1, а-1, б. Максимальные эффективности составили 45% и 56% соответственно. Эффективность преобразования определяется соотношением:  $\eta = \frac{E_{\Pi}}{E_{\Pi} + E_0}$ , где  $E_{\Pi}$  — суммарная энергия параметрических волн и  $E_0$  — остаток энергии излучения накачки после параметрического усилителя. Одновременно определяется величина баланса

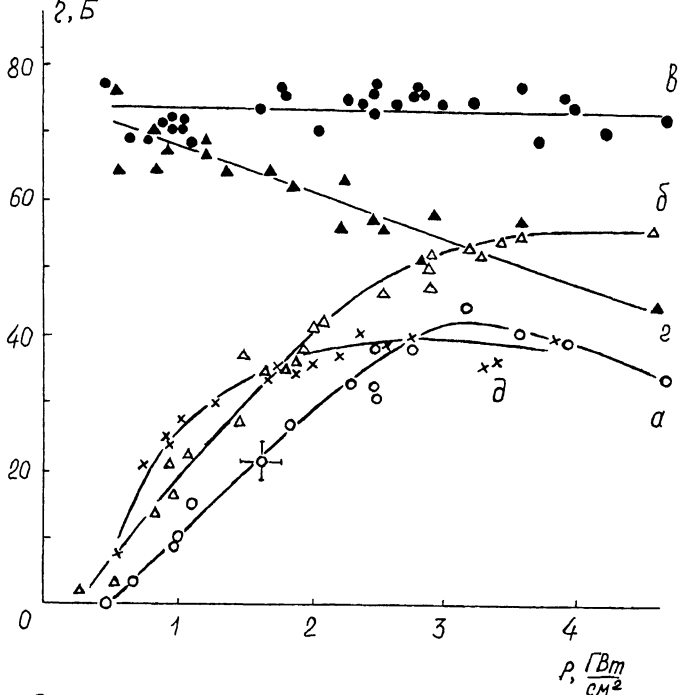


Рис. 2. Эффективность преобразования энергии (а, б) и изменение баланса (в, г) параметрического усилителя и эффективность процесса суммирования (д) в зависимости от плотности мощности излучения накачки.

энергий — отношения суммарной энергии на всех частотах после параметрического усилителя к падающей энергии накачки. На рис. 2 представлены значения баланса энергий в зависимости от плотности мощности накачки для одно- (в) и двухкристального (г) параметрического усилителя, которым соответствуют зависимости 2, а и 2, б. Для случая однокристального параметрического усилителя получены угловые и спектральные характеристики усиливаемых волн такие же, как у затравочного сигнала. При двухкристальной схеме параметрического усилителя наблюдается некоторое уширение угловых и спектральных характеристик результирующего излучения, что обусловлено появлением неколлинеарной параметрической генерации, и что в свою очередь сопровождается уменьшением величины баланса энергии (рис. 2, г) с ростом интенсивности накачки.

Таким образом, для случая однокристального параметрического усилителя (кристалл КДР длиной 50 мм) суммарная энергия параметрических волн составила 0,66 Дж, что соответствует коэффициенту усиления более  $10^4$ .

При использовании затравочного сигнала с гауссовым профилем пространственного распределения интенсивности (рис. 1, г) и из-

лучения накачки с конформным к нему профилем (рис. 1, в) в двухкристальном параметрическом усилителе величина максимальной эффективности преобразования энергии составила 47%.

Было проведено суммирование частот сигнальной волны однокристального параметрического усилителя и волны накачки в кристалле КДР (длиной 10 мм, взаимодействие  $eo - e$ ), установленном после кристалла параметрического усилителя. На рис. 2, д представлена зависимость эффективности процесса суммирования от плотности мощности излучения, падающего на первый кристалл. Эффективность процесса суммирования достигала 40% при энергии излучения в УФ области спектра более 0,54 Дж. Диапазон перестройки для выбранной схемы процесса суммирования составил 339-350 нм. В случае использования взаимодействия  $oo - e$  в кристалле КДР и суммирования холостой волны параметрического усилителя с волной накачки диапазон перестройки 355-367 нм.

### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Е р о ф е е в Е.А., И б р а г и м о в Е.А., У с м а н о в Т. // Appl. Phys. B. 1988. V. 47. P. 359-360
- [2] А х м а н о в С.А., Б е г и ш е в И.А., Г у л а м о в А.А., Е р о ф е е в Е.А., Ж д а н о в Б.В., К у з н е ц о в В.И., Р а ш к о в и ч Л.Н., У с м а н о в Т.Б. // Квантовая электроника. 1984. Т. 11, № 9. С. 1701-1702.
- [3] Б а р е й к а Б.Ф., Б е г и ш е в И.А., Б у р д у л и с Ш.А., Г у л а м о в А.А., Е р о ф е е в Е.А., П и с к а р с к а с А.С., С и р у т к а й т и с В.А., У с м а н о в Т. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 3. С. 186-189.
- [4] Б е г и ш е в И.А., Г у л а м о в Е.А., Е р о ф е е в Е.А., У с м а н о в Т. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13, В. 5. С. 305-309.
- [5] А б д у л л и н У.А., Д ж о т я н Г.П., Д ь я к о в Ю.Е., Ж д а н о в Б.В., П р я л к и н В.И., С о б о л е в В.Б., Х о л о д н ы х А.И. // Квантовая электроника. 1984. Т. 11, № 4. С. 800-808.
- [6] Л у н ч е в В.А., М а г н и ц к и й С.А., М а л а х о в В.И., Т а р а с е в и ч А.П., Т у н к и н В.Г., Я к у б о в и ч С.Д. // Квантовая электроника. 1985. Т. 12, № 2. С. 403-404.
- [7] Б е г и ш е в И.А., Г у л а м о в А.А., Е р о ф е е в Е.А., Р е д к о р е ч е в В.И., У с м а н о в Т. // Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1983. Т. 47. № 10. С. 1910-1918.