

Перестраиваемый в области 300–2340 нм параметрический генератор света на кристалле ВВО с накачкой 4-й гармоникой YAG:Nd-лазера

Н.В.Кондратюк*, А.А.Шагов**, К.Л.Демидчик**, А.М.Юркин***, А.Е.Кох****

Исследованы генерационные характеристики параметрического генератора света типа I на кристалле ВВО с накачкой 4-й гармоникой многомодового YAG:Nd-лазера. Получена перестраиваемая генерация в области 300–2340 нм с эффективностью до 15% в максимуме перестроечной кривой при двукратном превышении порога генерации.

Ключевые слова: параметрические генераторы света, кристалл ВВО, коллинеарный синхронизм.

В настоящее время актуальной является разработка компактных твердотельных источников перестраиваемого излучения в УФ, видимой и ИК областях спектра. Наибольшее распространение среди них получили параметрические генераторы света (ПГС) на кристаллах ВВО с накачкой 2-й и 3-й гармониками YAG:Nd-лазеров, генерирующие излучение с перестраиваемой длиной волны в диапазонах 667–2628 нм и 402–3036 нм соответственно [1]. Диапазон перестройки ПГС на кристалле ВВО ограничен сильным поглощением излучения холостой волны в области 2200–3000 нм [2].

Первое сообщение о ПГС на кристалле ВВО с накачкой 4-й гармоникой YAG:Nd-лазера ($\lambda_p = 266$ нм) сделано в [3]. ПГС на кристалле ВВО длиной 25 мм генерировал излучение в диапазоне 330–1370 нм при интенсивности импульсов накачки свыше 23 МВт/см². ПГС на кристалле ВВО при накачке 4-й гармоникой одночастотного YAG:Nd-лазера генерировал излучение в диапазоне 302–2248 нм с эффективностью $\sim 6.3\%$ на $\lambda_s = 340.2$ нм при четырехкратном превышении порога генерации и энергии импульсов накачки ~ 20 мДж [1].

В настоящей работе экспериментально исследованы генерационные характеристики ПГС на кристалле ВВО с накачкой 4-й гармоникой многомодового YAG:Nd-лазера. На рис.1 приведена схема ПГС на кристалле ВВО с апертурой 6 × 8 мм и длиной 14 мм, вырезанном для коллинеарного синхронизма типа I в направлении под углом $\theta = 38.3^\circ$ к оси Z кристалла. Резонатор ПГС длиной ~ 35 мм содержал призму-крышу 2 из кварцевого стекла КУ, острое ребро которой было перпендикулярно горизонтальной плоскости, и плоское зеркало 3, полупрозрачное в области 300–520 нм и имеющее высокое пропускание для излучения накачки с $\lambda_p = 266$ нм и холостой волны в диапазоне 540–2340 нм. Для пространственного разделения пучков излучения накачки и генерации использо-

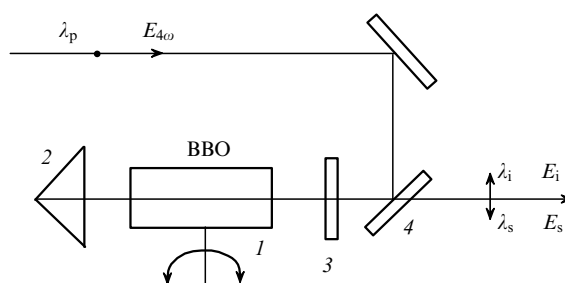


Рис.1. Экспериментальная схема ПГС на кристалле ВВО с накачкой 4-й гармоникой YAG:Nd-лазера:

1 – нелинейный кристалл; 2 – призма-крыша; 3 – селективное зеркало; 4 – спектроделитель.

вался спектроделитель 4 с высокими коэффициентами отражения для излучения накачки ($\sim 98\%$) и пропускания для излучения сигнальной и холостой волн в диапазоне 300–2340 нм (свыше 90%). Кристалл ВВО устанавливался в резонаторе так, что плоскость синхронизма и острое ребро призмы-крыши были параллельны между собой. Перестройка длины волны генерации ПГС осуществлялась поворотом кристалла в плоскости синхронизма. Для обеспечения коллинеарного синхронизма типа I излучение накачки вводилось в резонатор ПГС перпендикулярно выходному зеркалу 3 и острому ребру призмы-крыши.

В качестве источника накачки использовался многомодовый YAG:Nd-лазер с генератором 4-й гармоники (модель LQ-727-10 фирмы «Солар ЛС»). Накачка ПГС осуществлялась апертурно-ограниченными импульсами излучения с длительностью ~ 4.5 нс и энергией в импульсе ~ 33 мДж. Пучок накачки диаметром ~ 4 мм имел расходимость ~ 0.8 мрад. Пространственный профиль интенсивности пучка накачки, поляризованного в вертикальной плоскости, был близок к прямоугольному. Интенсивность излучения накачки составляла ~ 58 МВт/см².

Для регистрации длины волны генерации использовался оптический многоканальный спектральный анализатор ОВА-284. Суммарная энергия холостого и сигнального импульсов генерации ПГС $E_i + E_s$ измерялась с помощью калориметрического измерителя энергии ИМО-2Н.

Для получения перестраиваемой генерации в диапазонах 300–532 нм и 2340–532 нм для сигнальной и хо-

*Межотраслевой Институт повышения квалификации при Белорусской политехнической академии, Белоруссия, 220600 Минск, Партизанский просп., 77

**Закрытое акционерное общество «Солар ЛС», Белоруссия, 220107 Минск, Партизанский просп., 77

***Институт минералогии и петрографии СО РАН, Россия, 630090 Новосибирск, просп. акад. Коптгога, 3

Поступила в редакцию 21 июля 1999 г., после доработки – 4 ноября 1999 г.

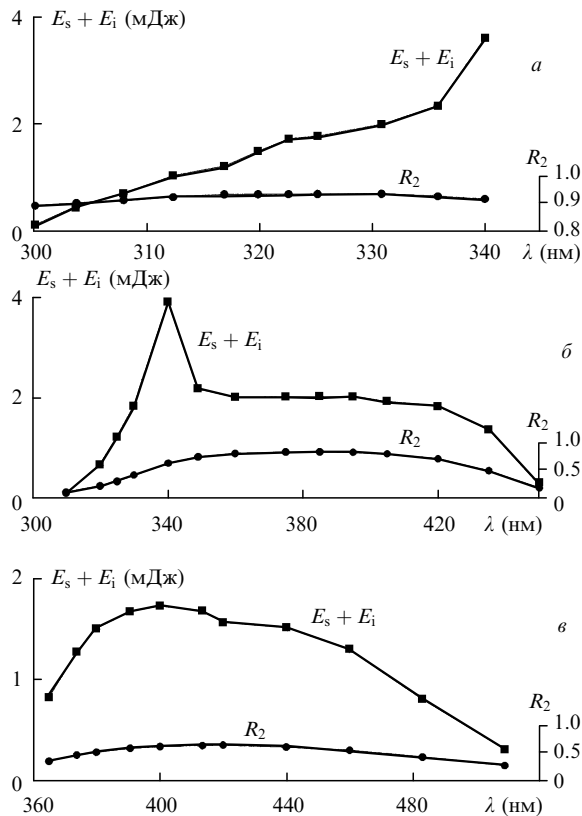


Рис.2. Зависимости суммарной энергии импульсов генерации ПГС $E_s + E_i$ и коэффициентов отражения R_2 трех различных выходных зеркал от длины волны.

лостой волн соответственно использовались три различных выходных зеркала 3. Зависимости суммарной энергии $E_i + E_s$ и коэффициентов отражения зеркал от длины волны приведены на рис.2. Экспериментально установлено, что когда торцы кристалла ВВО были перпендикулярны оси резонатора, ПГС генерировал излучение с длинами волн $\lambda_s = 340.2$ нм и $\lambda_i = 1220$ нм и внутрирезонаторные потери ПГС были минимальными. При использовании зеркала 3, коэффициент отражения которого равен 69 % на $\lambda_s = 340.2$ нм (рис.2,б) и 25 % на $\lambda_p = 266$ нм, пороговая генерация наблюдалась при энергии импульсов накачки ~ 17 мДж. Пороговая интенсивность накачки

ПГС с учетом потерь была равна ~ 23 МВт/см². При двукратном превышении порога генерации суммарная эффективность параметрической генерации составляла $\sim 15\%$.

Для других длин волн генерации внутрирезонаторные потери ПГС были велики из-за отражения излучения от непросветленных торцов кристалла ВВО. Эти потери повышали порог и снижали эффективность параметрической генерации. Так, например, при использовании зеркала 3 с коэффициентами отражения на $\lambda_s = 393$ нм и $\lambda_p = 266$ нм соответственно 65 и 12 % (рис.2,в) пороговая генерация наблюдалась при энергии импульсов накачки ~ 24 мДж. Пороговая интенсивность накачки ПГС с учетом потерь для излучения накачки составляла ~ 37 МВт/см². При энергии импульсов накачки ~ 33 мДж эффективность параметрической генерации была равна $\sim 5\%$ (рис.2,в). Интересно и то, что ПГС генерировал излучение с $\lambda_s = 310$ нм при очень малом (13 %) коэффициенте отражения выходного зеркала 3 (рис.2,а). При использовании зеркала 3 с высоким ($\sim 90\%$) коэффициентом отражения в области 300–340 нм получена генерация на длине волны 300 нм (рис.2,а).

По нашему мнению, при оптимизации коэффициентов отражения выходных зеркал и использовании кристаллов ВВО с просветленными торцами эффективность генерации ПГС будет еще больше. Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о возможности создания компактных источников излучения с перестраиваемой длиной волны в диапазоне 300–2340 нм.

1. Fix A., Schröder T., Wallenstein R. *Laser und Optoelektron.*, **23**, 106 (1991).
2. Eimerl D., Davis L., Velsko S., Graham E., Zalkin A. *J. Appl. Phys.*, **62**, 1968 (1987).
3. Bosenberg W.R., Cheng L.K., Tang C.L. *Appl. Phys. Letts*, **54**, 13 (1989).

N.V.Kondratyuk, A.A.Shagov, K.L.Demidchik, A.M.Yurkin, A.E.Kokh. BBO-crystal optical parametric oscillator tunable over the 300–2340 nm range and pumped by the 4th harmonic of a Nd:YAG laser
An investigation was made of the lasing characteristics of a BBO-crystal Type-I optical parametric oscillator pumped by the 4th harmonic of a multimode Nd:YAG laser. The output was tunable over the 300–2340 nm range. The efficiency ranged up to 15 % near the peak of the tunability curve at double the oscillation threshold.