

Однорезонаторный параметрический генератор света на базе монокристалла ZGP с прямой накачкой излучением Tm:YLF-лазера*

И.Д. Еранов^{1,3}, Н.Н. Юдин^{1,2,4}, О.Л. Антипов³, Е.С. Слюнько^{1,2},
М.М. Зиновьев^{1,2,4}, В.С. Кузнецов^{1,2}, Д.В. Власов¹, М.М. Кулеш¹,
С.Н. Подзываетов^{1,2}, А.Б. Лысенко^{1,2}, А.Ю. Кальсин^{1,2}

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

² ООО «Лаборатория оптических кристаллов», г. Томск, Россия

³ Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия

⁴ Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия

Представлены результаты исследования параметрического генератора света на базе монокристалла ZGP, работающего при прямой накачке импульсно-периодическим излучением Tm:YLF-лазера ($\lambda = 1.908$ мкм). Описана конструкция однорезонаторной схемы и получены энергетические характеристики генерации в диапазоне 3.2–4.6 мкм. Максимальная средняя мощность генерации составила ~ 650 мВт при КПД $\sim 8.2\%$.

Ключевые слова: параметрический генератор, ZGP, средний ИК-диапазон, Tm:YLF-лазер, нелинейная оптика.

Введение

Импульсно-периодические источники мощного когерентного излучения среднего ИК-диапазона, с дискретным набором длин волн и/или плавной перестройкой по спектральному диапазону, имеют целый ряд применений во многих областях, таких как обработка материалов (стекло, керамика и полупроводников) с помощью технологий термораскола и скрайбирования [1]; зондирование атмосферы, дистанционное определение состава веществ и экологический мониторинг [2–4]; медицина, включая диагностику заболеваний с помощью газоанализа и резонансную абляцию биологических тканей [5, 6].

Наиболее мощные параметрические генераторы света (ПГС) в диапазоне длин волн 3–5 мкм со средней мощностью излучения более 100 Вт или энергией в импульсе более 200 мДж при длительности импульсов 15–30 нс и частоте их следования в диапазоне 100 Гц – 100 кГц созданы на основе монокристалла ZnGeP_2 [7–10]. Эти ПГС накачивались излучением импульсно-периодических лазеров на кристаллах, активированных ионами Ho^{3+} : Ho^{3+} :YAG или Ho^{3+} :YLF на длине волны 2091 или 2053 нм соответственно [8–10]. Лазеры на кристаллах Ho^{3+} :YAG или Ho^{3+} :YLF накачиваются, в свою очередь, излучением тулиевых волоконных лазеров или лазеров на кристаллах Tm:YLF [11, 12]. Такие каскадные лазерные системы довольно сложны и громоздки, чтобы быть оптимальным выбором для компактной конструкции излучателей среднего ИК-диапазона на основе ПГС. Более того, общая оптическая эффективность от диодов накачки до излучения среднего ИК-диапазона снижается из-за потерь при передаче энергии от ~ 1.9 мкм Tm-лазеров до ~ 2 мкм Ho-лазеров. К сожалению, поглощение в монокристалле ZGP в области длин волн короче 2 мкм, связанное с наличием дефектов и примесей [7], затрудняет использование лазерного излучения этих длин волн, в частности лазеров на кристаллах и керамике, активированных ионами Tm^{3+} , для накачки ПГС на кристаллах ZGP. В последние годы в связи с улучшением оптического качества кристаллов ZGP удалось осуществить накачку ПГС на этих кристаллах с помощью лазерного излучения на длине волны короче 2 мкм [13–15]. В частности, сообщалось о реализации ПГС на ZGP с накачкой излучением импульсно-периодического Tm:YLF-лазера на длине волны 1908 нм с диодной накачкой [16].

Цель настоящей работы – определение энергетических характеристик излучения ПГС на базе отечественного нелинейного кристалла ZnGeP_2 в спектральном диапазоне 3–5 мкм при накачке излучением Tm:YLF-лазера с длиной волны 1.908 мкм.

* Данное исследование было поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (бюджетные средства ИОА СО РАН).