

Истощение накачки и чистка пучка при ВКР-генерации в многомодовом градиентном световоде

А.Г. Кузнецов^{1,*}, С.И. Каблуков¹, Е.В. Подвиллов^{1,2}, С.А. Бабин^{1,2}

¹Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

*E-mail: leks.kuznecov@gmail.com

DOI: 10.31868/RFL2020.109

В последнее время рамановские лазеры на основе градиентных световодов (GIF) привлекают большое внимание из-за возможности эффективного рамановского преобразования сильно-многомодового ($M_2 = 20-30$) излучения мощных лазерных диодов (ЛД) в стоксов пучок хорошего качества ($M_2 = 2-3$) в полностью волоконной схеме с резонатором на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР) и с заведением накачки с помощью волоконных объединителей [1].

Используя коммерчески доступные GIF и ЛД 9xx-нм, такие лазеры могут генерировать излучение с хорошим качеством пучка на длине волны < 1 мкм, где генерация одномодовых Yb волоконных лазеров практически невозможна. Объединение излучения нескольких (до 3) высокомошных ЛД в GIF с сердцевинной 100 мкм посредством многомодового 100 мкм волоконного объединителя накачки позволяет в данной схеме увеличить суммарную мощность накачки до ~ 200 Вт и генерировать стоксовое излучение с выходной мощностью 50-60 Вт на длинах волн 954 [1] и 976 [2] нм с использованием ЛД 915 и 940 нм, соответственно. При этом оптимизация поперечного профиля ВБР, записанной фемтосекундными импульсами в области сердцевины GIF позволяет улучшить качество пучка до $M_2 \sim 2$ без потери эффективности преобразования [2]. Хотя эффект чистки комбинационного рассеяния в волокнах с градиентным показателем преломления хорошо известен, его объяснение - качественное [4]. Оно основано на сложном анализе интегралов перекрытия между различными поперечными модами пучков накачки и стоксовой волны, показывающее более высокий коэффициент усиления слабого сигнала (т.е. около порога ВКР лазера) для стоксовых мод низкого порядка при случайной накачке GIF.

В данной работе представлены экспериментальные измерения профилей пучка накачки как вблизи рамановского порога, так и значительно выше порога (когда истощение накачки становится значительным) в 100 мкм GIF лазере с ЛД-накачкой, а также соответствующие профили стоксова пучка, генерируемые на длине волны 976 нм. Построена аналитическая модель для анализа ВКР усиления и профилей пучка. Обсуждается роль различных линейных и нелинейных эффектов в формировании выходного пучка.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ (19-52-53021).

Литература

- [1] S.A. Babin, E.A. Zlobina, et al, *J. Sel. Top. Quantum Electron.* 24, 1400310 (2018).
- [2] A.G. Kuznetsov, S.I. Kablukov, et al, *Laser Phys. Lett.* 16 (10), 105102 (2019).