

УДК 535.00

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВВОДА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЛОКНО С ДЛИНАМИ ВОЛН 520 И 638 НМ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТЬЮ БОЛЕЕ 3 Вт

Глазунов В.О., Васинович В.В., Гурвиц Е.А.

**Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Романова Г.Э.
Университет ИТМО**

Аннотация. Работа посвящена разработке оптической схемы источника лазерного излучения с длинами волн 520 нм и 638 нм с мощностью не менее 3 Вт на каждый канал в оптическом волокне. В работе показано, что максимальная выходная мощность достигается при использовании шести диодов по 1 Вт каждый, при эффективности ввода в волокно для зелёного канала составляет 73.17 % (4.39 Вт) и для красного канала 69 % (4.14 Вт) соответственно.

Введение. Лазерные диоды (ЛД) представляют собой компактные и эффективные источники монохроматического излучения, широко используемые в современных оптических системах благодаря высокой мощности, надежности и возможности масштабирования. [1-2] Мощность одиночного многомодового лазерного диода (ЛД) на длинах волн 520 нм и 638 нм зачастую не превышает 1 Вт и для увеличения суммарной мощности системы требуется сформировать оптическую систему из нескольких ЛД, которые можно объединять с помощью пространственного разделения/совмещения нескольких излучателей [1-3], поляризационных оптических элементов [1] и дихроичных зеркал. [4]

В данной работе рассмотрены оптические схемы на пространственном и поляризационном разделениях/совмещения зеленого и красного канала, а также рассчитана фокусирующая оптика для одновременного ввода излучения в волокно с диаметром сердцевины 1 мм.

Основная часть. Расчёт и моделирование проводились с использованием программного обеспечения Zemax Optic Studio. В исследовании использовались два типа лазерных диодов с разными длинами волн: 520 нм и 638 нм. Эти диоды при применении метода пространственного объединения соединялись в два кластера по пять диодов с одинаковой длиной волны; при использовании поляризационного объединения были сформированы четыре кластера по три диода, при этом суммарное количество диодов одного цвета составляло шесть.

Для коллимации излучения использовался набор цилиндрических линз: две линзы для коллимации по быстрой оси, где из-за меньшего размера излучающей области наблюдается большая угловая расходимость, и одна линза – по медленной оси, где, напротив, из-за большего размера излучающей области расходимость значительно меньше.

В случае пространственного объединения после коллимации излучение направлялось в фокусирующий объектив с помощью стеклянных призм и дихроичного зеркала. Из-за большого количества диодов в одном кластере диаметр пучка по одной из координат составлял 40 мм.

При поляризационном объединении излучение направлялось в фокусирующую систему с использованием, в том числе, поляризационных кубов, которые позволяли существенно уменьшить размер лазерного пучка, выходящего из двух кластеров по три диода, до 32 мм.

Важным этапом разработки системы является расчет фокусирующей линзы, которая вводит коллимированное излучение в волокно. С помощью параксиального расчета было выявлено, что излучение вводится в волокно с наибольшей мощностью, когда фокусное расстояние одиночной линзы равно 40 мм. Однако с учетом расходимости диодов, из-за количества используемых диодов размер вводимого излучения превышал диаметр самой

линзы, поэтому была разработана оптическая система из трёх линз [3], обеспечивающая фокусное расстояние 40 мм при диаметре каждой линзы в 50.8 мм.

После формирования численной модели оптической системы в последовательном режиме для определения положения наилучшего фокуса было выполнено моделирование в непоследовательном режиме Zemax для определения максимальной мощности излучения с учётом потерь на оптических элементах. При пространственном объединении после фокусировки мощность выходного излучения зеленых диодов составляет 3.95 Вт (эффективность ввода в волокно составляет 79%), что удовлетворяет условиям поставленной задачи. Суммарная мощность излучения красных диодов составляет 2.90 Вт (58%). Снижение мощности обусловлено большой расходимостью излучения диода, в результате чего часть излучения попадает на края фокусирующей линзы и возникала сферическая аберрация. При использовании поляризационного метода мощности на зеленых и красных диодах составили 4.39 Вт (73.17%) и 4.14 Вт (69%) соответственно.

Выводы.

В работе разработана и исследована оптическая схема источника лазерного излучения с длинами волн 520 нм и 638 нм, обеспечивающая ввод излучения в оптическое волокно диаметром 1 мм с мощностью не менее 3 Вт на каждый канал. Максимальная выходная мощность достигается при использовании шести лазерных диодов по 1 Вт каждый. С помощью расчёта и моделирования в Zemax Optic Studio установлено, что эффективное объединение пучков возможно как методом пространственного совмещения, так и с использованием поляризационных компонентов.

Список использованных источников:

1. Chuang Zhou, Pengfei Zhao, Haijuan Yu, Xuechun Lin, Jiangfeng Zhu. Design of a 36-W fiber-coupled green laser diode by Zemax // Results in Physics, Volume 11. – 2018. – pp 219–222, ISSN 2211–3797.
2. Котова Е.И., Шулепов В.А., Аксарин С.М., Бугров В.Е. Юстировка лазерного диодного модуля с волоконным выходом // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 6. С. 973–979.
3. W. Kai-ming, Q. Yi, L. Hui, Z. Jian-jia and Z. Hong-bo. Fiber-coupled high power Cm-bar laser diodes at 808 nm and 980 nm based on Zemax // 2015 International Conference on Optoelectronics and Microelectronics (ICOM), Changchun, China. – 2015. – pp. 1-3/
4. Pengfei Zhao, Zhining Wang, Haijuan Yu, and Xuechun Lin, "12-W continuous-wave green output from a 200- μ m fiber-coupled diode laser based on TO-Can packaged emitters," Appl. Opt. 57, 2263-2267 (2018)