

Проектирование торцевой микролинзы оптоволокна для формирования пучка с равномерным распределением интенсивности

Кузьминых Н.А.¹

Научный руководитель – Пивоваров А.Д.²

¹ГБОУ СОШ№707

²Университет ИТМО

nik.kuzminykh.09@mail.ru

vvwwwv@bk.ru

Введение

В современной медицине и промышленности широко применяются волоконные лазерные системы. Характеристики выходного пучка оптоволокна критически определяют качество технологического процесса. Формирование микролинз непосредственно на торце волокна является компактной альтернативой громоздким внешним системам. Несмотря на то, что гауссов профиль пучка является стандартным для многих задач, в актуальных исследованиях отмечается, что такой тип распределения может приводить к увеличению дефектообразования при обработке материалов и нежелательным тепловым эффектам в биологических тканях [1, 2]. Перспективной альтернативой выступает использование пучков с равномерным распределением интенсивности. Однако вопросы реализации такого распределения непосредственно на торце оптоволокна с помощью встроенной микролинзы остаются недостаточно изученными.

Основная часть

Целью данной работы является проектирование геометрии торцевой микролинзы одномодового оптического волокна, обеспечивающей формирование выходного пучка с распределением интенсивности, близким к равномерному. В рамках исследования был проведен анализ научной литературы, посвященной зависимости профиля пучка от параметров микролинз. На основе численного моделирования различных геометрий собрана статистика распределений интенсивности прошедшего излучения. Выявлены ключевые геометрические параметры, влияющие на формирование равномерного профиля. На следующем этапе на основе рассчитанных характеристик будут определены оптимальные режимы лазерного излучения для изготовления спроектированной топологии на торце волокна. Экспериментальная часть работы включает лазерную обработку торцов волокон с использованием СО₂ лазера и последующий анализ их физико-оптических свойств с применением итербий-эрбиевого лазера.

Выводы

В ходе выполнения работы была разработана модель кривизны торцевой микролинзы и исследована ее применимость. Полученные результаты подтверждают гипотезу о возможности эффективного формирования равномерного распределения интенсивности лазерного пучка на выходе из оптического волокна путем изменения геометрии его торца. Разработанная геометрия микролинз имеет потенциал для применения в офтальмологии, в задачах высокоточной лазерной обработки материалов, а также в технологиях влажной лазерной очистки.

Список использованных источников:

1. Zhaojian Li, Heng Gu, Lili Qian, Xudong Ren. Thermodynamic Behavior of Gaussian/ Flat-Top Laser Powder Bed Fusion[J]. Chinese Journal of Lasers, 2025, 52(12): 1202304

2. Mohsan Hassan, Fateh Mebarek-Oudina, Edrisa Jawo, A.I. Ismail, M.M. Helal, Evaluating the thermal effects of Gaussian versus rectangular laser beams on single-layer biological tissues: Implications for advanced biomedical therapies, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 253, 2025, 127569, ISSN 0017-9310, <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2025.127569>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0017931025009068>)