

Исследование модового состава микроструктурированного волокна от параметров технологического цикла его производства

Г.А. Пчелкин^{1,2}, В.В. Давыдов^{1,3}, В.В. Демидов²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Политехническая 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251

²АО Научно-исследовательский и технологический институт оптического материаловедения ВНИЦ ГОИ им С.И. Вавилова, Бабушкина 36, корп.1, Санкт-Петербург, Россия, 192171

³Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Институтский пр. 5, Большие Вяземы, Россия, 143050

Аннотация

Рассмотрена структура построения микроструктурированных волокон. Разработана схема для контроля модового состава и дефектов оптических волокон. Изготовлены и представлены структуры микроструктурированного волокна для изучения оптических вихревых полей. Представлены результаты исследований одной структуры волокна и зависимости от параметров технологического цикла его производства.

Ключевые слова

Микроструктурированные волокна, оптические вихри, киральные волокна, лазерное излучение

1. Введение

Развитие научно-технологического прогресса неразрывно связано с увеличением объемов передаваемой информации по различным сетям связи [1]. Среди наземных сетей связи наибольшими преимуществами обладают волоконно-оптические линии (ВОЛС) [2]. Необходимо отметить, что ВОЛС входят также в системы сотовых и спутниковых линий связи, выполняя в их составе важную функцию [1]. Основной проблемой, с которой сейчас сталкиваются при модернизации ВОЛС, является предел по скорости и объему передаваемых данных по одомодовому волокну, как на магистральных линиях связи, так на локальных (расположенных вне зданий – подвергаются воздействию градиента температуры). Технологии спектрального уплотнения в каналах связи достигли своего предела, дальнейшее уплотнение приводит к потере информации или резкому увеличению затухания сигнала при передаче [1].

Одним из возможных решений может быть использование микроструктурированного волокна с заданным модовым составом. Эти волокна, как и одномодовые устойчивы к перепадам температуры и механическим воздействиям. Оптимальный выбор этих параметров позволяет обеспечить наличие в волокне только трех мод (LP_{01} , LP_{11} , LP_{21}) необходимых для устойчивой передачи больших объемов информации и низких потерь (минимальное вытекание оптического сигнала). Параметры технологического производства таких волокон подбираются на первом этапе моделированием, но основным этапом является экспериментальные исследования, так как в расчете невозможно все учесть. В работе представлен один из вариантов решения этой задачи на основе проведенных исследований.

2. Разработанный стенд для контроля модового состава и дефектов в оптическом волокне и результаты экспериментальных исследований

Для детектирования вихревых мод в киральных микроструктурированных волокнах с кольцевой геометрией сердцевин и нарушенной симметрией оболочки был разработан стенд. Ранее

предложенные схемы обладают большими габаритами и с повышенными требованиями к стабилизации температуры.

На рис 1 в качестве примера представлены топологии киральных микроструктурированных волокон, для которых были проведены исследования распределения оптического излучения на выходе из них для случаев изготовления при различной частоте скручивания ω_c и других параметрах технологического цикла.

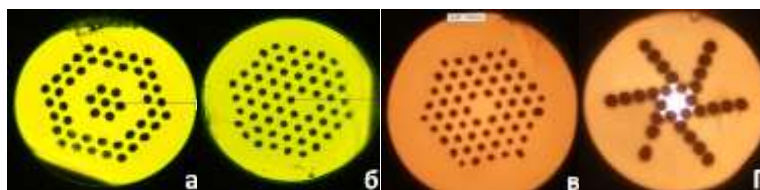


Рисунок 1. Изображения поперечных сечений микроструктурированных волокон

На рисунке 2 в качестве примера представлены распределения оптического излучения на выходе из микроструктурированного волокна (топология представлена на рис 1.г) при разных скоростях вращения заготовки на метр длины волокна.

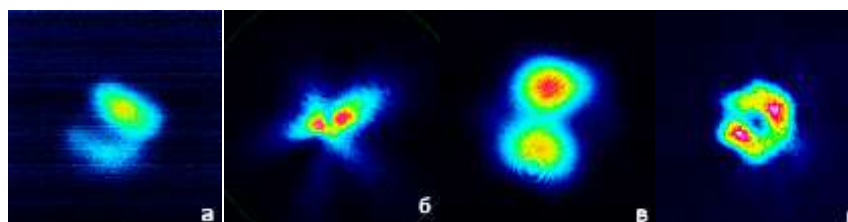


Рисунок 2. Изображения поперечных сечений микроструктурированных волокон при различной скорости вращения. Изображениям а), б), в) и г) соответствуют следующие скорости вращения в Гц: 10; 20; 65; 200

Результаты исследований показали существенную зависимость модового состава волокна от скорости вращения заготовки. Так же были рассчитаны с использованием разработанной математической модели распределения мод внутри некоторых видов микроструктурированных волокон, что помогает в получении нужного волокна. Следует отметить, что использование пространственных мод LP_{01} , LP_{11} , LP_{21} сильно влияет на стабильность итогового сигнала за счет схожей геометрии распределения интенсивности.

3. Заключение

Полученные результаты смогли показать, что разработанный нами стенд позволяет определять модовый состав и вихревые поля в различных микроструктурированных волокнах. Дальнейшая модернизация разработанного стенда будет идти в сторону увеличения точности измерений. Полученные экспериментальные результаты позволяют установить зависимость количества мод, которые присутствуют в оптическом волокне, от скорости вращения заготовки на метр длины волокна и температуры. Эти данные позволяют скорректировать процесс формирования структуры заготовки, установить оптимальный диапазон изменения значений ω_c и давления при технологическом процессе для получения четких трех мод.

4. Литература

- [1] Burdin, V.A. New silica laser-optimized multimode optical fibers with extremely enlarged 100- μm core diameter for gigabit onboard and industrial networks // V.A. Burdin, M.V. Dashkov, V.V. Demidov, A.E. Zhukov, A.V. Bourdine / *Fibers*. – 2020. – Vol. 8(3). – P. 18-22.