

ПРОИЗВОДСТВО ЛИНЗОВАННЫХ ВОЛОКОН И ИЗМЕРЕНИЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ

П. В. Карнаушкин

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

Под линзованными оптическими волокнами (ОВ) [1] понимаются монолитные оптические приборы, представляющие собой ОВ, которые имеют на конце линзу, либо утонение с линзой (Рис. 1).

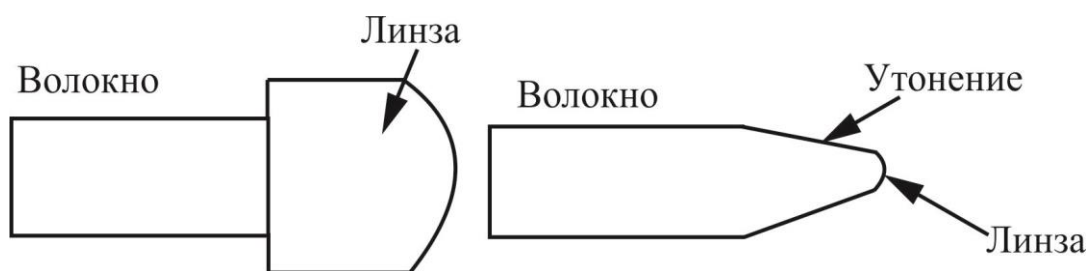


Рис. 1. Варианты линзованного и утоненного линзованного ОВ

В качестве основных характеристик линзованных ОВ используются: диаметр поля моды (ДПМ) D , фокусное расстояние f , и радиус кривизны линзы r (Рис. 2).

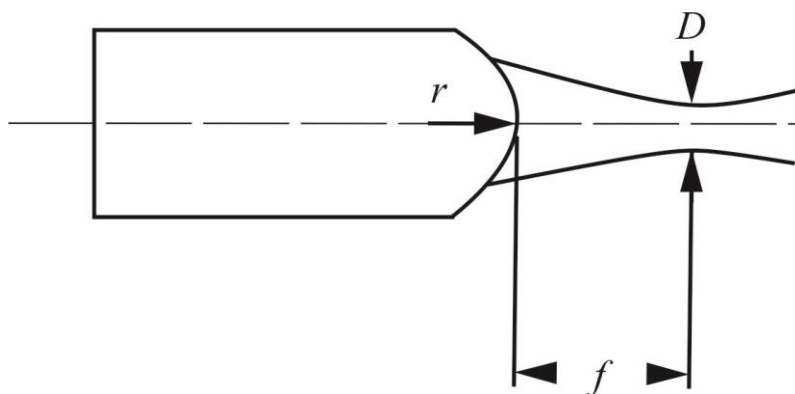


Рис. 2. Диаметр поля моды D , радиус кривизны r и фокусное расстояние f линзованного ОВ

Линзованные ОВ предназначены для оптимизации соединения между волокном и различными оптическими компонентами, такими как лазеры [2] и волноводы [3]. Свет на выходе из таких волокон образует фокус на конечном расстоянии, собираясь в пучок с определенным ДПМ.

Производство линзованного ОВ методом дугового плавления [1, 4] предполагает для плавления волокна использовать энергию электрической дуги, возникающей между двумя электродами, а форму и размеры кончика при-

давать поступательным и вращательным движением волокна, а также регулированием мощности электрической дуги. Данным методом возможно получение как ОВ со сферической линзой (Рис. 3 а), так и утоненного линзованного ОВ (Рис. 3 б).

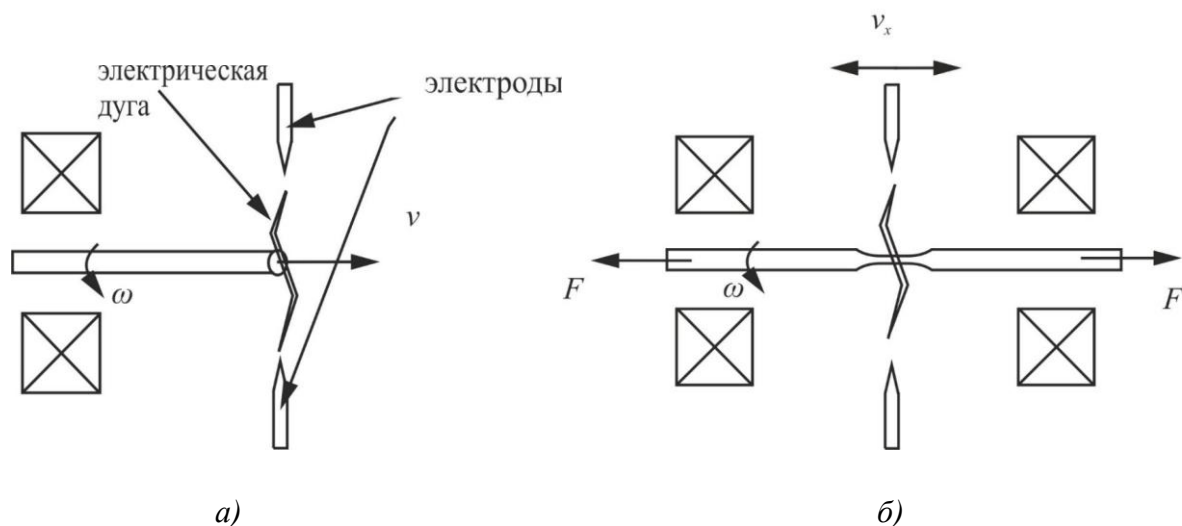


Рис. 3. а) схема метода дугового плавления для получения ОВ со сферической линзой; б) схема метода дугового плавления для получения утоненного линзованного ОВ

В ходе данной работы было получено 30 образцов с помощью ручного и автоматического методов (Рис. 4).

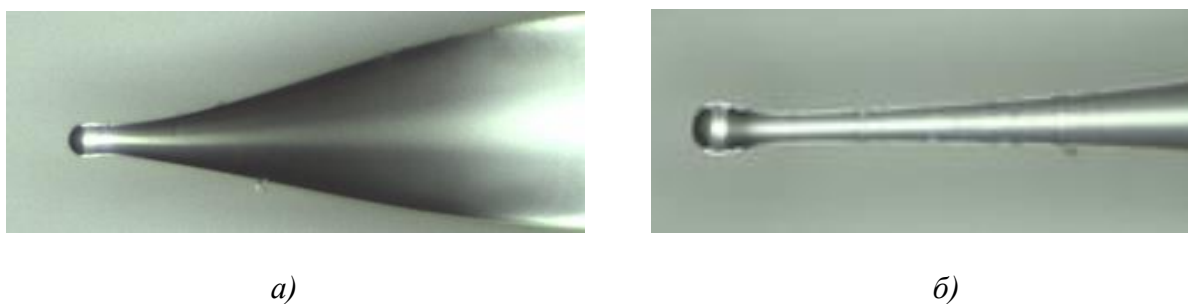


Рис. 4. Изображения линзованных ОВ, полученные на микроскопе Axiovert 40MAT: а) образец, полученный ручным методом; б) результат автоматического метода

Ручной метод дугового плавления был реализован на ручном аппарате для сварки волокна, собранном на АО ПНППК, а автоматический — с помощью аппарата для сварки оптических волокон Fujikura FSM-100P и программного ПО SpliceLab.

Фокусное расстояние линзованных волокон измерялось по схеме (Рис. 5), которая подобна схеме в [5], но вместо измерителя мощности, лазера, и циркулятора использовался измеритель обратного отражения FOD 1206B, который способен измерять потери отраженного излучения относительно подаваемого.

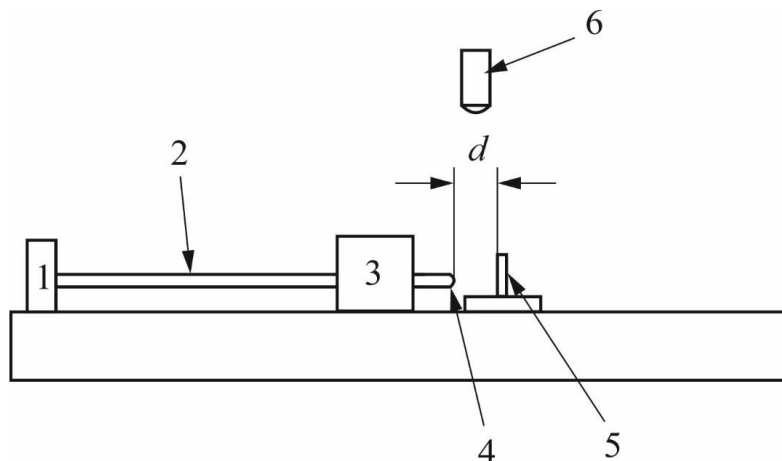


Рис. 5. Схема метода измерения фокусного расстояния: 1 — измеритель обратного отражения FOD 1206B, 2 — волокно, 3 — подвижка с микрометром Thorlabs NanoMax-TS, 4 — линза на волокне, 5 — зеркало на расстоянии d от линзы, 6 — камера системы технического зрения

На рисунке 6 изображена самая важная часть собранной установки — линзованное волокно 1 в держателе на подвижке с микрометром Thorlabs NanoMax-TS и зеркало 2 напротив, на рисунке 7 — изображение, полученное системой технического зрения вблизи точки касания линзы и зеркала, а на рисунке 8 — график зависимости отраженной нормированной мощности от расстояния между зеркалом и линзой для одного из образцов. Фокус линзы расположен на расстоянии $d = 70$ мкм.

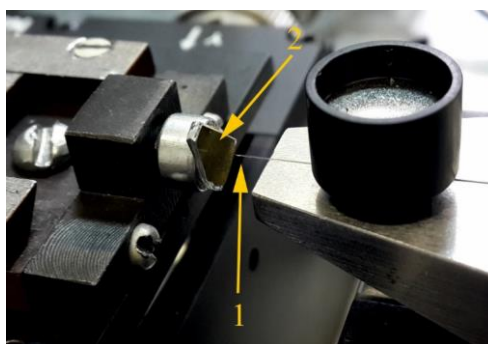


Рис. 6. Лабораторная установка для измерения фокусного расстояния линзованных волокон: 1 — линзованное волокно, 2 — зеркало



Рис. 7. Изображение вблизи точки касания линзы и зеркала

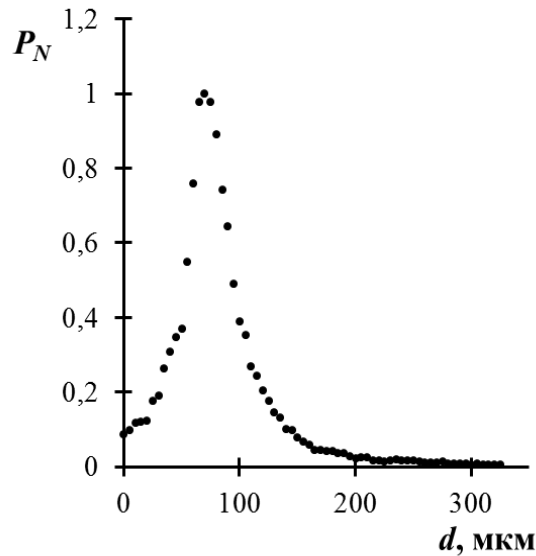


Рис. 8. Зависимость нормированной мощности отраженного света P_N от расстояния между зеркалом и линзованным волокном d

Таким образом, в ходе данной работы опробована технология производства линзованного ОВ ручным методом дугового плавления, разработана технология производства линзованного ОВ автоматическим методом, собрана и усовершенствована установка для измерения фокусного расстояния линзованного ОВ, которая оснастилась системой технического зрения. Получена партия из 30 шт. образцов, у которых измерено фокусное расстояние.

Список литературы

1. Патент US 2003/0053751A1G02B6/32. Thermally-formed lensed fibers / Ukrainczyk L., Vastag D. L. Оpubл. 20.03.2003.
2. Ghafoori-shiraz H., Asano T. Microlens for coupling a semiconductor laser to a single-mode fiber // Optics Letters. 1986. Vol. 11, № 8. P. 537-539.
3. Brenner T., Melchior H. Integrated optical modeshape adapters in In-GaAsP/InP for efficient fiber-to-waveguide coupling // IEEE Photonics Technology Letters. 1993. Vol. 5, № 9. P. 1053-1056.
4. Borzycki K, Schuster K. Photonic Crystals – Introduction, Applications and Theory. InTech. New-York. 2012. 356 p.
5. Li E. Characterization of a fiber lens // Optics Letters. 2006. Vol. 31, № 2. P. 169-171.