

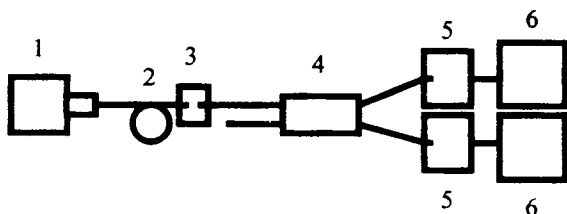
РАЗВЕТВИТЕЛЬ С АСИММЕТРИЧНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Басиладзе Г. Д., Семов А.Е.

Проблема реализации множественного доступа к одноволоконной шине локальной сети решается с необходимой эффективностью при помощи разветвителей конфигурации 2x2 с симметричной оптической связью между образующими его идентичными световодами. Коэффициенты связи между световодами такого разветвителя равны, т.е. $C_{ij} = C_{ji}$, где i и j - номера противоположных, накрестлежащих портов разветвителя. Ситуация существенно изменяется к лучшему, если в разветвителях, примыкающих к шине, связь между волокнами асимметрична, т.е. $C_{ij} \neq C_{ji}$ и коэффициенты различаются в десятки раз. Благодаря этому излучаемая передатчиком станции световая мощность может почти полностью передаваться в шину, а от распространяющегося по шине сигнала ответвляется небольшая часть мощности для приема. Таким свойством обладают разветвители конфигурации 2x2, сформированные из различных по модовой емкости световодов [1].

Ранее уже сообщалось [1] о технической реализации асимметричного разветвителя на основе одномодового и градиентного многомодового волокон с соотношением диаметров сердцевина/оболочка 9/125 и 50/125, соответственно. В настоящей работе, как и в случае [1], разветвители изготавливались методом сплавления и растяжения пары соприкасающихся боковыми поверхностями волокон до образования биконического сужения области сплавления. Отметим, что в [1] приведены лишь данные, характеризующие процесс энергообмена между световодами при изменении длины волны света, проходящего через изготовленный разветвитель. Мы же в технологических целях исследовали зависимости колебаний мощности на выходе многомодового и одномодового портов разветвителя от растяжения биконической структуры в процессе изготовления при возбуждениях по отдельности многомодового и одномодового волокон. Одномодовый канал возбуждался с помощью лазерного передающего оптического модуля ПОМ-14 ($\lambda = 1,3$ мкм). Многомодовый -- таким же источником, но через 500-метровый отрезок многомодового волокна. Схема установки приведена на рис. 1. Кроме того, измерялись оптические характеристики изготовленных разветвителей, которые приводятся ниже.

Известно, что при растяжении области сплавления симметричных одномодовых разветвителей происходит циклический с учащением по мере растяжения обмен энергией между выходными портами разветвителя [2]. В [3] показано, что этот обмен является результатом интерференции мод низшего порядка в зоне сужения сплавного биконического перехода.



На рис. 2а показана кривая, снятая нами на выходе симметричного разветвителя. Обычно, во время изготовления разветвителя по ходу этой кривой контролируется состояние оптической связи между волокнами и задается необходимый режим сплавления и растяжения. Отметим, что приведенная кривая по характеру совпадает с кривыми, полученными в более ранних работах, например [2]. Аналогичные кривые (рис. 2б) мы получили и для асимметричного разветвителя при возбуждении одномодового волокна и регистрации мощности на выходах одномодового и многомодового волокон (кривая биений на выходе многомодового волокна не показана, она повторяет кривую на рис. 1б, но в противофазе).

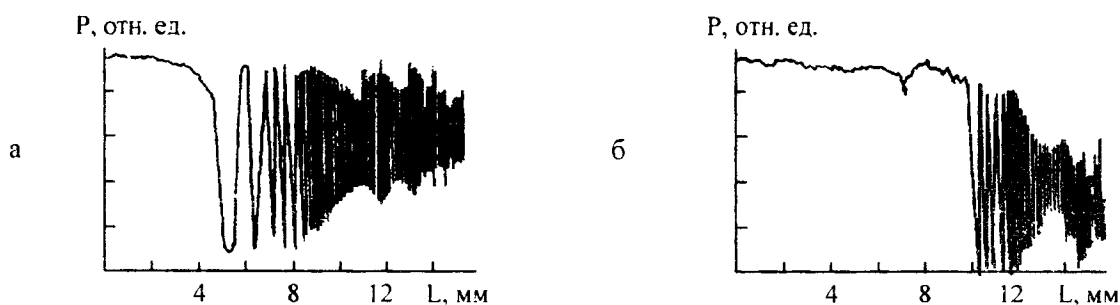


Рис. 2. Изменение мощности P на выходе возбуждаемого одномодового световода симметричного (а) и асимметричного (б) разветвителей в процессе растяжения области сплавления

Сравнивая кривые а и б на рис. 2, мы видим, что растяжение области сплавления разнородных световодов сопровождается более частым перетеканием мощности между волокнами. Поэтому для выбора момента прекращения растяжения при достижении необходимого коэффициента связи требуется более прецизионные аппаратура управления и исполнительные механизмы, чем в случае изготовления симметричного разветвителя.

На рис. 3 показаны экспериментальные кривые колебания мощности на выходе многомодового (а) и одномодового (б) волокон при возбуждении многомодового волокна. По ним однозначно прослеживается такое же, как и в предыдущем эксперименте перетекание мощности из волокна в волокно по мере растяжения области сплавления. На наш взгляд это является подтверждением справедливости предложенного в работе [1] механизма взаимосвязи между модой (или несколькими модами) низшего порядка многомодового волокна с модовым полем одномодового волокна в суженной области сплавления световодов. Судя по "правильности" очертаний кривой (в) природа этого взаимодействия аналогична упомянутому выше [3] принципу взаимодействия мод в

симметричных разветвителях. Некоторую "неправильность" формы кривой колебаний мощности на выходе многомодового волокна мы объясняем высокой чувствительностью распределения энергии между модами сердцевины к внешним воздействиям, присущей многомодовым световодам. В результате в суживающейся части биконического перехода происходит хаотически высветка мод высокого порядка, вызывающая соответствующие колебания уровня средней мощности на выходе многомодового световода. Эти колебания не позволяют с достаточной точностью осуществлять контроль за процессом формирования разветвителя во время сплавления. В то же время вид кривой (б) свидетельствует о возможности осуществления такого контроля при возбуждении излучателем многомодового световода. Это позволяет существенно упростить одну из трудоемких операций в процессе изготовления разветвителя, связанную с необходимостью возбуждать одномодовый световод.

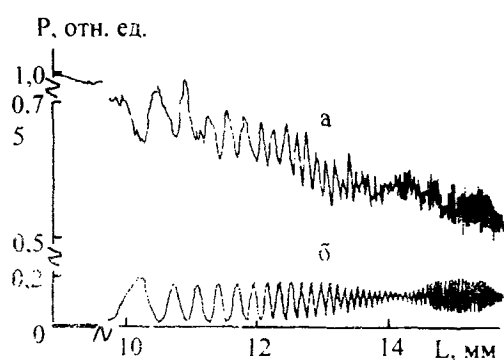


Рис. 3. Изменение мощности P на выходах многомодового (а) и одномодового (б) световодов

Метод контроля с возбуждением многомодового волокна и регистрацией выходного сигнала в одномодовом плече разветвителя мы применили для изготовления нескольких образцов асимметричного разветвителя.

Потери мощности при прохождении света через многомодовый канал в разветвителях не превышали 0,7 дБ. Коэффициенты ответвления из многомодового канала в одномодовый лежали в пределах от 11 до 13 дБ. Коэффициенты ответвления из одномодового в

многомодовый - в пределах от 0,7 до 1 дБ. Несложные вычисления показывают, что с помощью таких разветвителей возможно построение сети на базе многомодовой одноволоконной шины с количеством станций до 30 при обеспечении энергетического потенциала сети на уровне 45 дБ.

Литература.

1. Morrel W. G., Moore D. R., Tehippe V. I. Characteristics of singlemode-to-multimode asymmetric coupler // SPIE. - 1988. - Vol. 988. - P. 40-50.
2. Bures J., Lacroix S., Lapierre J. Analyse d'un coupleur bidirectionnel à fibres optiques monomodes fusionnées // Appl. Opt. - 1998. - Vol. 22, N 12. - P. 1918-1922.
3. Payne F. P., Hussey C. D., Yataki M. S. Modeling fused single-mode-fibre couplers // Electron. Lett. - 1985. - Vol. 21, N 11. - P. 461-462.