

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В БИКОНИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ СПЛАВЛЕННЫХ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ-СУММАТОРОВ

Перчевский А. А., студент; Демьяненко П. А., доцент, к.т.н.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Повышенный уровень внутренних потерь, а также значительная неравномерность в распределении излучения между выходными портами в сплавных волоконно-оптических распределителях-сумматорах (ВОРС) с биконической областью (БКО) обуславливаются спецификой процессов распространения излучения внутри формирующихся при их сплавлении биконических областей.

В силу сложности механизма протекания процессов внутри БКО, их детальный (количественный) анализ весьма затруднен. Действительно, с одной стороны, поток оптического излучения в волоконном световоде (ВС) может быть интерпретирован как распространение в диэлектрическом волноводе электромагнитных волн весьма коротких длин (так называемый «волновой» подход). В то же время, основные детали механизма распространения потока оптического излучения внутри БКО могут быть полностью поняты и описаны в рамках геометрической оптики в «лучевом» представлении потока излучения — («лучевой» подход).

Критерием корректности использования того или иного подхода для описания явлений распространения излучения в ВС является так называемый V -параметр или нормализованная частота [1]:

$$V = \frac{2\pi}{\lambda} a n_1 \sqrt{2\Delta}, \quad (1)$$

где λ — длина волны оптического излучения; a — радиус световедущего сердечника ВС; n_1 — показатель преломления материала сердечника ВС; n_2 — показатель преломления материала оболочки ВС; $\Delta = (n_1 - n_2)/n_1$ — относительная разница показателей преломления.

Поиск оптимальных количественных характеристик геометрических параметров БКО, которым соответствуют оптимальные параметры ВОРС на их основе решался путем математического моделирования процессов в БКО на основе, многомодовых ВС с помощью персонального компьютера. В основу рассмотрения была положена лучевая модель распространения излучения в БКО.

Для проведения моделирования необходимо задаться уравнением кривой, описывающей границу БКО, на которой осуществляется полное внутреннее отражение излучения внутри БКО. Поскольку БКО формируется

путем механического осевого растяжения расплавленного участка жгута ВС, то в качестве такого уравнения принимаем уравнение цепной линии, так как именно цепной линией описывается в таких случаях профиль свободной поверхности жидкости, соответствующий минимуму ее поверхностной энергии [2]. Однако, применять уравнение цепной линии в его каноническом виде (в каком оно обычно приводится в справочной литературе) в нашем случае не представляется возможным, поэтому мы его несколько модифицировали:

$$y = k \cdot Ch \frac{x}{m}, \quad (2)$$

где k и m некоторые постоянные коэффициенты, которые для нашего конкретного случая могут быть определены из следующих условий:

$$R = k \cdot Ch \frac{A_0}{m}; \quad R^2 A_0 = \int_0^A y^2 dx, \quad (3)$$

где R — радиус жгута ВС; $2A_0$ — длина расплавленного участка жгута ВС; $2A$ — длина сформированной БКО.

Определить коэффициенты k и m можно при совместном решении уравнений (3), однако, получаемые при таком решении уравнения, трансцендентны относительно искомых коэффициентов и не позволяют выразить последние в явном виде через известные параметры (A , A_0 , R). Так, например, выражение, содержащее коэффициент m , имеет нижеследующий вид и не может быть разрешенным относительно m в обычных (известных) функциях:

$$\frac{A_0}{A} = \frac{\frac{2A}{m} + Sh \frac{2A}{m}}{\frac{2A}{m} \left(1 + Ch \frac{2A}{m} \right)}, \quad (4)$$

Оптимальные значения величин A и A_0 , задающих геометрические параметры БКО, можно определить анализируя полученные результаты. Критерием оптимальности служат, с одной стороны, минимальные значения коэффициентов внутренних потери излучения γ_i в ВОРС на основе данной БКО и, с другой стороны, минимальный разброс коэффициентов передачи излучения α_{ij} в пределах одного и того же ВОРС с данной геометрией БКО.

Литература

1. Ghatak A. K., Thyagarajan K. Graded Index Optical Waveguides: A Review // Prog. in Optics. Vol.XVIII. Amsterdam, North Holland, 1980. 64p.
2. Зельдович Я. Б. Элементы прикладной математики / Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышкис — М. : Наука, 1972 — с.420.