

## RADIOFIZYKA

Одаренко Е.Н., Щербина Е.Ф.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

### РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В СИСТЕМЕ НАКАЧКИ ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА

В работе рассматривается электродинамическая модель системы накачки волоконного лазера, которая представляет собой систему связанных диэлектрических волноводов (рис. 1) [1]. Используются плоскопараллельные волноводы, для которых решение задачи получается в более простой форме по сравнению с линиями передачи другого поперечного сечения.

В результате решения уравнения Гельмгольца для системы диэлектрических слоев получено два варианта поперечного распределения электромагнитного поля – симметричное и антисимметричное.

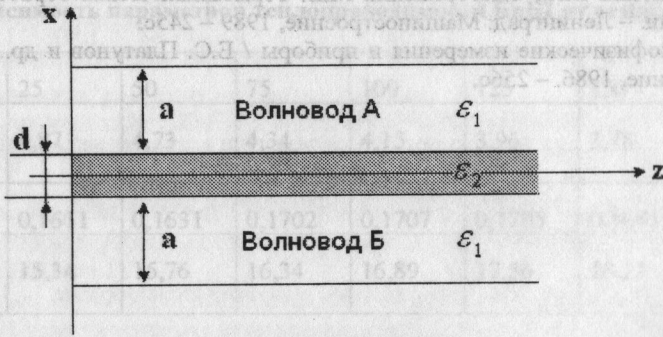


Рис. 1. Система связанных через переходной слой диэлектрических волноводов

Для определения постоянных распространения волн необходимо решить дисперсионное уравнение для этих вариантов распределения поля – четных и нечетных мод [2]. На рис. 2(а) представлены результаты решения этого уравнения для четных мод и различных значений нормированной толщины переходного слоя  $k_0 d$ . Кривые 1 соответствуют значению  $k_0 d = 0.001$ ; кривые 2 –  $k_0 d = 1$ ; кривые 3 –  $k_0 d = 10$ .

На следующем этапе решения задачи находились амплитуды волн в системе связанных волноводов, которые характеризуют эффективность передачи энергии через переходной слой. На рис. 2(б) представлены зависимости нормированной амплитуды волноводной волны от толщины волноводов.

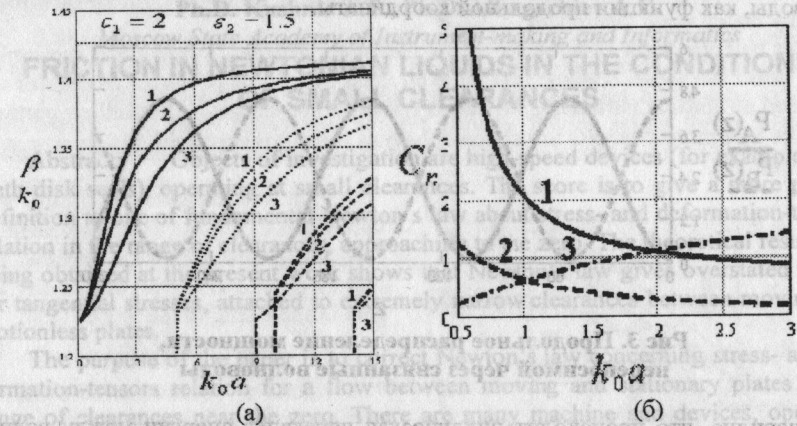


Рис. 2. Дисперсионные характеристики и зависимости амплитуды волны от нормированной толщины связанных волноводов

Для определения оптимальной длины системы накачки необходимо рассчитать поток энергии в связанных волноводах, т.е. фактически определить продольные компоненты вектора Умова Пойнтинга для каждого из связанных волноводов. В данном случае эти компоненты являются функциями двух координат – продольной и поперечной:  $P_{z1}(x, z)$  и  $P_{z2}(x, z)$ . Рассмотрим частный случай, когда в системе существуют только основные моды (четная и нечетная). Тогда полная мощность, переносимая через соответствующий волновод, определяется интегрированием продольной компоненты вектора Умова Пойнтинга по поперечной координате:

$$P_1(z) = \int_{d/2}^{a+d/2} P_{z1}(x, z) dx, \quad (1)$$

$$P_2(z) = \int_{-a-d/2}^{-d/2} P_{z2}(x, z) dx. \quad (2)$$

Интегрирование проводилось с учетом дисперсионных характеристик для четных и нечетных мод системы связанных волноводов для различных значений толщины переходного слоя и толщины волноводов.

На рис. 3 представлены результаты расчета мощности, переносимой через волноводы, как функции продольной координаты.

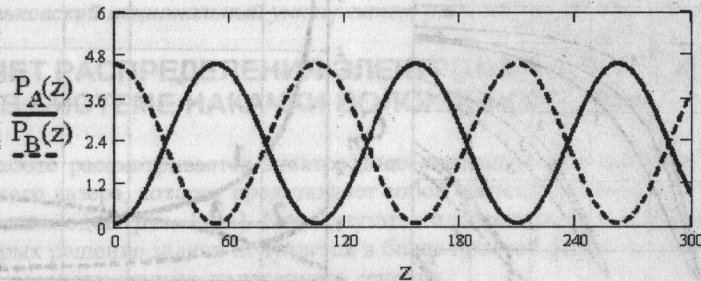


Рис 3. Продольное распределение мощности, переносимой через связанные волноводы

Очевидно, что происходит циклическая перекачка энергии между волноводами. Расстояние, на котором происходит максимальная передача мощности из одного волновода в другой, называется длиной связи. На основе численных расчетов этого параметра можно оценить оптимальную длину системы накачки лазера в зависимости от физических и геометрических параметров задачи.

Литература:

1. Yeh C., Shimabukuro F.I. The Essence of Dielectric Waveguides – Los Angeles, 2008. – 522 p.
2. Rare earth doped fiber lasers and amplifiers / Ed. by M.J.F. Digonnet. Marsel Dekker Inc., 1993. – 777 p.

Рис. 1. Система связанных волноводов

Для определения постоянных распространения дисперсионное уравнение для этих параметров решается методом [7]. На рис. 2(a) представлены результаты расчета для четных мод и различные значения толщины переходного слоя  $d_p$ . Кривые 1 соответствует  $d_p = 0$ ; кривые 2 –  $d_p = 10$ .

MOLEKULARNA FIZYKA

Ph.D. Kushnir A.P., Ph.D. Albagachiev A.U.

Moscow State Academy of Instrument-making and Informatics

FRICITION IN NEWTONIAN LIQUIDS IN THE CONDITIONS OF SMALL CLEARANCES

**Abstract:** Objects of investigation are high-speed devices (for example labyrinth disk seals), operating at small clearances. The score is to give a more precise definition to one of fundamental Newton's law about stress- and deformation-tensors relation in the range of clearances, approaching to the zero. The theoretical results are being obtained at the present work shows that Newton's law gives overstated results for tangential stresses, attached to extremely narrow clearances between moving and motionless plates.

The purpose of the paper is to correct Newton's law concerning stress- and deformation-tensors relation for a flow between moving and stationary plates in the range of clearances near the zero. There are many machine and devices, operating over large velocity gradients at relatively small clearances. High-speed metal cutting machine tools labyrinth seals are among them.

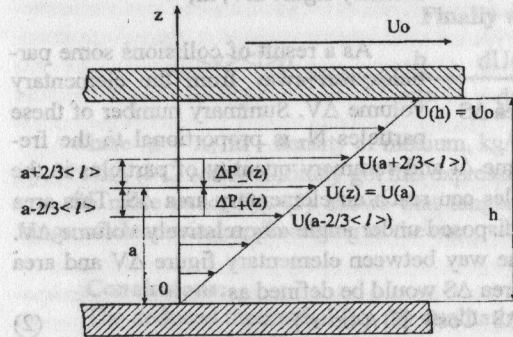


Fig.1. The flow between planes

Consider two parallel planes, Fig. 1. Let the friction surfaces of planes are hydrodynamically smooth and set with a small clearance «h» between them. At the same time one of the planes is fixed, and another – moves with the velocity  $U_0$ . «Small» clearance means that the boundary layers overlap each other, ie they are merged. So we have M.Couette's flow. In this case we have the obvious condition  $\Delta U(z) = U_0 = \text{const}$ .

Therefore, when approaching the clearance between the planes of zero, shear stress, according to Newton's law [1], tend to infinity

$$h \rightarrow 0; \quad \tau = \mu \frac{\Delta U(z)}{\Delta z} = \mu \lim_{h \rightarrow 0} \frac{U_0}{h} \rightarrow \infty, \quad (1)$$