

УДК 621.373.826:539.122

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОСТРУКТУРОВАНОГО ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА

Саєнко Є.О.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки каф. ФОЕТ,
м. Харків, Україна

тел. +38 (063) 118-65-25, e-mail: yehor.saienko@nure.ua

Two-dimensional model of the microstructured optical waveguide has been developed in this work. Circular microstructured holes arranged in a circularly oriented setting around the core in this model. Perfectly matched layer is used as boundary condition on the outer part of the optical fiber. Spatial distributions of the electromagnetic field components have been obtained using numerical method of finite elements. Simulations results allow investigate the electromagnetic energy localisation efficiency within the microstructured optical fiber core.

Оптичні волокна відіграють ключову роль в сучасному світі, оскільки вони складають основу глобальних телекомунікаційних мереж, забезпечуючи швидкісну та надійну передачу даних на великі відстані з мінімальними втратами. Ця технологія використовує принцип повного внутрішнього відбиття для передачі світлових сигналів вздовж оптичних волоконних хвилеводів, дозволяючи передавати величезні обсяги інформації з високою швидкістю [1-2].

Крім телекомунікацій, оптичні волокна використовуються в медицині, зокрема в ендоскопії, де дозволяють висвітлювати внутрішні органи та передавати зображення назовні з високою роздільною здатністю, що сприяє точній діагностиці та виконанню мінімально інвазивних хірургічних втручань [3]. У промисловості оптичні волокна використовують для точного вимірювання температури, тиску, а також у виготовленні датчиків, які дозволяють контролювати структурну цілісність конструкцій. Оптичні волокна також знаходять застосування в різноманітних лазерних технологіях, хімічній та біологічній сенсориці тощо.

На цей час досліджуються різноманітні модифікації таких ліній передачі для покращення їх експлуатаційних характеристик. Наприклад, якщо створити правильну решітку повітряних отворів у оптичному волокні, то на додачу до повного внутрішнього відбиття реалізується додатковий механізм локалізації електромагнітної енергії через наявність фотонної забороненої зони для періодичної оболонки волоконного хвилеводу [4]. Такі оптичні волокна називаються мікроструктурованими волокнами або фотонно-кристалічними волокнами [5].

В роботі створено двовимірну модель мікроструктурованого оптичного волокна, що дозволяє аналізувати просторовий розподіл поля в перерізі такого хвилеводу. Розглянуто найпростіший варіант з одним кільцем

повітряних отворів (рис. 1).

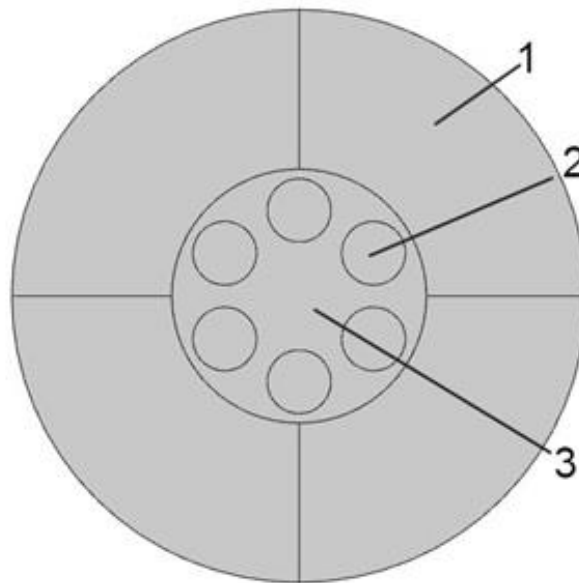


Рисунок 1. – Модель мікроструктурованого оптичного волокна:
1– поглинаючий шар, 2 – повітря, 3 – діелектрик

Проведені чисельні розрахунки просторового розподілу різних компонентів електромагнітного поля у поперечному перерізі мікроструктурованого оптичного волокна. Побудована модель дозволяє дослідити модовий склад такої лінії передачі (а також її модифікованих конфігурацій) та оцінити ефективність локалізації електромагнітної енергії у центральній частині хвилеводу.

Список використаних джерел:

1. Optical Fiber Technology and Applications / editors: Ferreira M. F. S., Paul M. S. 2021. 255 p.
2. Senior J. M. Optical Fiber Communications: Principles and Practice. 3rd edition. Pearson, 2008. 1128 p.
3. Froch J. E., Huang L., Tanguy Q. A .A. et al. Real time full-color imaging in a Meta-optical fiber endoscope. Official Journal of CIOMP, eLight. 2023. Vol. 3. P. 13.
4. Odarenko E. N., Sashkova Y. V., Shmat'ko A. A. Surface and Bulk Wave Modes of Two Dimensional Photonic Crystal Waveguide. Proc. of UkrCon'2019, July 2-6, 2019. Lviv, Ukraine, 2019. pp. 700–703.
5. Saitoh K., Koshiba. M. Numerical modeling of photonic crystal fibers. Journal of Lightwave Technology. 2005. Vol. 23, No. 11. P. 3588–3598.