

При значних кутах ψ частинки рикошетять від поверхні, а вловлювання є можливим тільки тоді, коли мають явище високі швидкості удару. У випадку, коли критерій Рейнольдса $Re < 5$ то частинки занурюються в плівку не повністю і можуть бути дуже легко зірваними газовим потоком. Це пояснюється тим, що поверхня рідини після удару швидко випрямляється, а утримувальні сили адгезії є незначними.

Висновок. Під час застосування мокрих пиловловлювачів, які працюють на принципі уловлення пилу краплями рідини, ефективність уловлення дрібних частинок пилу зростає із зменшенням діаметра краплі рідини.

За умови пиловловлення плівками рідини необхідно враховувати, що при великих кутах ψ частинки пилу будуть рикошетити і вловлювати їх можливо тільки за умови забезпечення високих швидкостей удару.

Література

1. Озарків І.М. Основи техноекології : навч. посібн. / І.М. Озарків, Й.С. Мисак, М.П. Кірик та ін. – Львів : НВФ "Українські технології", 2009. – 336 с.
2. Жучков П.А. Тепловые процессы в целлюлозно-бумажном производстве / П.А. Жучков. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1978. – 408 с.
3. Апостолок С.О. Охорона праці в целюлозно-паперовій промисловості / С.О. Апостолок, В.С. Джигирей, Ю.Р. Дадак та ін. – К. : Вид-во "Основа", 2007. – 615 с.
4. Озарків І.М. Закономірності переміщення подрібнених матеріалів у циклонах / І.М. Озарків, Г.В. Сомап, І.А. Соколовський Ю.Р. Дадак // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – С. 121-126.

Озаркив И.М., Дадак Ю.Р., Дадак Р.М. Физические закономерности мокрого улавливания газопылевых потоков

Рассмотрены особенности осаждения пыли в газовых потоках, в случае, когда сепарация пыли осуществляется на каплях или пленках улавливаемой жидкости. Описаны механизмы улавливания измельченных частиц в газопромывочном оборудовании со стационарными движущимися насадками. Определены характерные особенности пылеуловителей мокрого типа. Проведены теоретические исследования особенностей захвата частиц пыли пленкой и каплями жидкости. Определены факторы, влияющие на эффективность улавливание пыли в аппаратах мокрого типа. Приведены выводы и рекомендации по повышению эффективности пылеулавливания в процессе использования пылеуловителей мокрого типа.

Ключевые слова: сепарация, пыль, устройство, мокрая очистка, улавливание, критерий Стокса, скруббер.

Ozarkiv I.M., Dadak Yu.R., Dadak R.M. Physical Laws of Wet Trapping of Gas-Dust Flows

Some peculiarities of dust deposition in the gas stream in case of separation on the drops or liquid films are researched. Trapping mechanisms of crushed particles in gas cleaners with moving and fixed nozzles are described. Researches concerning the peculiarities of capturing dust particles with water membrane and liquid drops are conducted. The factors which effect on the dust capturing efficiency in the wet type apparatus were identified. Some conclusions and recommendations to improve the efficiency of dust capturing while using wet type dust collectors are made.

Key words: separation, dust, device, wet cleaning, trapping, Stokes number, scrubber.

УДК 681.325.2 Проф. В.А. Павлич, канд. техн. наук; аспір. Д.В. Невінський; доц. Л.І. Заклик, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"; доц. С.Ю. Лебідь, канд. техн. наук – Львівська філія Європейського ун-ту

МАНІПУЛЯЦІЯ ОПТИЧНИМ СИГНАЛОМ У ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ ВОЛОКНАХ

Запропоновано для введення дефектів у фотонно-кристалічне волокно із змінним діаметром метод двофотонної полімеризації з використанням фемтосекундного лазера з довжиною хвилі 515 нм та тривалістю імпульсу 250 фс. Для створення дефектів застосовано полімерний матеріал на основі органічно-модифікованої кераміки зі змінним показником заломлення, вищим, ніж показник заломлення серцевини волокна. Розглянуто вплив введених дефектів, залежно від їх розміщення у волокні, на основну моду і на моду вищого порядку оптичного сигналу. Досліджено вплив дефектів на інтенсивність і довжину хвилі сигналу.

Ключові слова: фотонно-кристалічна структура, полімер, домішка, оптичний сигнал.

Вступ. Фотонні кристали – це новий клас матеріалів з унікальними оптичними властивостями, які пропонують для застосування у телекомунікаційних технологіях. Фотонні кристали – це матеріали, в яких коефіцієнт заломлення періодично змінюється, та які, залежно від того, з якого матеріалу вони отримані, мають зону заборонених енергій, тобто не пропускають оптичний сигнал у певному діапазоні частот [1]. Це, по-суті, оптична надрізка, період зміни коефіцієнта заломлення якої значно більший, ніж віддаль між вузлами звичайного кристала. Маніпуляцію оптичним сигналом можна здійснювати, якщо в пустоті фотонно-кристалічного волокна вводити дефекти у вигляді речовин із змінним коефіцієнтом заломлення [2-4]. Введення дефектів чи створення домішок, за аналогією з напівпровідниками, у структурі сприяє локальному поширенню електромагнітної хвилі в області частот, заборонених для фотонного кристала. Введення таких дефектів створює можливість контролю за напрямом поширення та довжиною хвилі оптичного сигналу. Можливість маніпуляції оптичним сигналом дає надію на використання цих властивостей для створення нових оптичних волокон, сенсорів та перемикачів, на основі яких можна формувати інтегральні фотонні схеми.

Аналіз впливу дефектів у фотонно-кристалічних структурах. Найгрунтовніше дослідження впливу домішок чи, так званих, дефектів у структурі фотонно-кристалічного волокна проведено в роботах [5-7], тому їх дослідження взято за основу. Наприклад, розглянемо фотонно-кристалічну структуру на основі оксиду кремнію з германієвим ядром, описану в [7], яка призначена для маніпуляції оптичним сигналом. Основна мода ядра не буде залежати від повітряних отворів у немодифікованих фотонно-кристалічних волокнах, однак моди вищого порядку мають свій розподіл поля в оболонці і є чутливими до граничних умов на межі оксид кремнію – повітряні отвори [8].

На рис. 1 показано теоретично отриману залежність впливу рідини з високим показником заломлення, якщо її ввести в повітряні отвори, на основну моду LP_{01} і на моду вищого порядку LP_{02} по довжині волокна. Потужність основної моди у волокні в основному не міняється, і поширюється з мінімальними втратами ($\sim 0,1$ дБ/см). З іншого боку, мода вищого порядку є чутливою до

показника заломлення на межі оболонки і повітряного отвору. Коли показник заломлення матеріалу, введеного в повітряний отвір, високий, то ця мода починає "витікати", тобто її поле заломлюється у матеріалі з високим індексом і її потужність зменшується по довжині волокна.

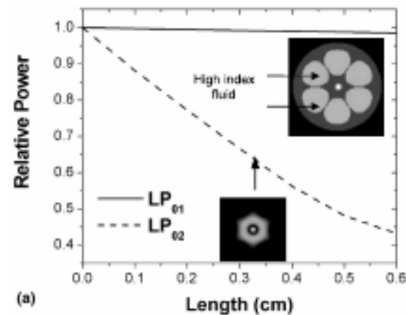


Рис. 1. Залежність інтенсивності фундаментальної моди LP_{01} і моди вищого порядку LP_{02} оболонки вздовж модифікованого фотонно-кристалічного волокна та рідиною з високим показником заломлення в повітряних отворах [7]

У дослідженнях [7] як дефект застосовано рідкий метилен йодид з показником заломлення ($n \approx 1,8$) у сегменті порожнини 5 см завдовжки. Для того, щоб вводити та керувати розміщенням рідини в отворах, через трубку нагрівали повітря в каналах і проштовхували рідину в певному напрямку.

Основна частина. Технологія введення дефектів у вигляді рідини у проаналізованих роботах є незручною у практичному застосуванні, оскільки утримати рідину в певному положенні важко. Пропонуємо замість йодиду метилену вводити полімер із змінним коефіцієнтом заломлення та з фіксованою позицією, попередньо дослідивши, як це вплине на оптичний сигнал. За основу беремо одне волокно циліндричної форми, а друге – із змінним діаметром, виготовлене з оксиду кремнію з германієвим ядром.

Як полімер ми використали негативний фоточутливий резист на основі органічно модифікованої кераміки, запропонований інститутом Фраунгофера, який вводиться в напіврідкому стані у пустоти волокна. Це, по суті, органічно-неорганічний гібридний полімер з коефіцієнтом заломлення 1,47-1,6 та з високою передавальною властивістю оптичного сигналу в діапазоні хвиль 830-1550 нм. Цей полімер можна отримати золь-гель методом. Після цього проводиться полімеризація. Для проведення полімеризації вибрали метод двофотонної полімеризації [9], який схематично показано на рис. 2. Чому було вибрано метод двофотонної полімеризації? Оскільки розміри дірок можуть мати діаметр від десятків до сотих часток мкм, то з точки зору роздільної здатності і простоти цей метод найбільш підходить. Єдиним недоліком є те, що не можна в процесі дослідження змінювати положення задубленого резиста у пустотах. Тому для досліджень виготовляли зразки окремо для кожної позиції.

Полімеризація вибраного полімеру залежить від інтенсивності опромінення та від діаметра волокна. За діаметра волокна 150 мкм та діаметра пустот 25 мкм ефективна полімеризація буде при інтенсивності опромінення в межах 0,33-0,45 мВт. Для засвітки полімеру використовували імпульсний фемтосекун-

дний лазер з довжиною хвилі 1030 нм, тривалістю імпульсу порядку 250 фс. Для отримання довжини хвилі лазера 515 нм використали світлоподільну пластину. Після засвітки зразки витримано впродовж 5 хв за температури 95°C.

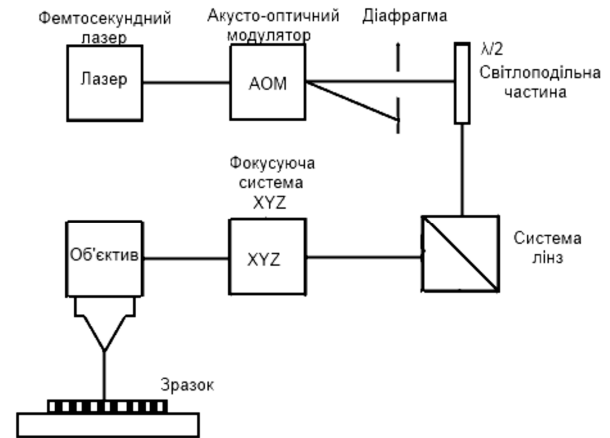


Рис. 2. Схема устаткування для проведення двофотонної полімеризації

Під час дослідження зразків циліндричної форми (рис. 3, а) проходження оптичного сигналу залежить від положення дефектів у пустотах волокна.

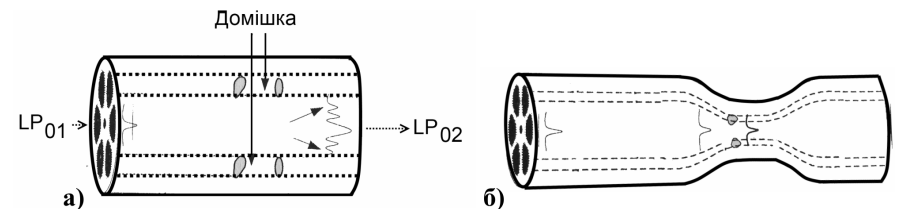


Рис. 3. Схематичне зображення фотонно-кристалічних волокон: а) циліндричної форми; б) волокно із змінним діаметром

У разі розміщення дефекту в пустотах посередині волокна, оптичний сигнал буде проходити по ядру. Розміщення дефекту в кінці волокна значно ослаблює сигнал, що проходить по ядру (рис. 3, б). Це можна пояснити тим, що сигнал буде проходити по ядру і через пустоти, заповнені полімером.

Якщо взяти фотонно-кристалічне волокно із змінним діаметром і розмістити дефект посередині циліндричної частини, будемо мати сигнал основної моди, по пустотах сигнал не поширюватиметься. Але, якщо розмістити дефект у вузькій частині волокна, як показано на рис. 3, б, сигналу по ядру не буде, а тільки через пустоти з дефектами, тобто буде мода вищого порядку.

Висновок. Підсумовуючи проведені дослідження, можна зробити висновок, що введення дефекту у дірки фотонного кристалу у вигляді полімеру є більш практичним, оскільки можна точно зафіксувати його положення у волокні і яке не буде змінюватися у процесі експлуатації. Дослідження показали, що введення дефектів у пустоти фотонно-кристалічних волокон створює можливість маніпуляції оптичним сигналом. Підбираючи відповідну речовину з різни-

ми коефіцієнтами заломлення, вищими від матеріалу твердої частини волокна, можна змінювати довжину хвилі і інтенсивність оптичного сигналу, та на їх основі формувати оптичні перемикачі, модулятори, логічні елементи, фільтри та інші оптичні пристрої.

Особлива подія колективу співробітників відділу нанотехнологій лазерного центра Ганновера (LZH), Німеччина, за можливість проведення експериментів.

Література

1. Monro T. Comptes Rendus Physique / T. Monro, D. – Vol. 4 (2003). – Pp. 175-186.
2. Lee B. Current status of micro- and nano-structured optical fiber sensors / B. Lee, S. Roh, J. Park. – Optical Fiber Technology. – Vol. 15, Issue 3, June 2009. – Pp. 209-212.
3. Kerbage C. Appl. Phys. Lett. / C. Kerbage, A. Hale, A. Yablon, R.S. Windeler, B.J. Eggleton. – Vol. 79 (2001). – Pp. 31-91.
4. Châu M.Ph. Three-hole microstructured optical fiber for efficient fiber Bragg grating refractometer / M. Châu Ph. Huy, G. Laffont, V. Dewynter, P. Ferdinand, Ph. Roy, J.-L. Auguste, D. Pagnoux, W. Blanc, B. Dussardier, Optics Letters. – Vol. 32, Issue 16 (2007). – Pp. 2390-2392.
5. Eggleton B.J. Tech. / B.J. Eggleton, A. Ahuja, P.S. Westbrook, J.A. Rogers, P. Kuo, T.N. Nielsen, B. Mikkelsen, J. Lightwave. – Vol. 18 (2000). – Pp. 1418.
6. Yamada Y. Optical Telecommunications / Y. Yamada. – Vol. 198 (2001). – Pp. 395-402.
7. Kerbage C. Tunable devices based on dynamic positioning of micro-fluids in micro-structured optical fiber / C. Kerbage, R.S. Windeler, B.J. Eggleton, B.-P. Mach, M. Dolinskie, J.A. Rogers. – Optics Communications. – Vol. 204 (2002). – Pp. 179-184.
8. Chandalia J. IEEE Photonics Techn. Lett. / J. Chandalia, B. Eggleton, R. Windeler, S. Kosinski, X. Liu, C. Xu. – Vol. 12 (2000). – Pp. 495.
9. Reinhard A. Appl. Phys. A. A. Reinhard, A. Seidel, A. Evlyukhin, W. Cheng, D. Chichkov. – Vol. 47 (2010). – Pp. 347-352.

Павлыш В.А., Невинский Д.В., Закалык Л.И., Лебидь С.Ю. Манипуляция оптическим сигналом в фотонно-кристаллических структурах

Предложено для ввода дефектов в фотонно-кристаллическое волокно с переменным диаметром метод двухфотонной полимеризации с использованием фемтосекундного лазера с длиной волны 515 нм и длительностью импульса 250 фс. Для создания дефектов применен полимерный материал на основе органически модифицированной керамики с переменным показателем преломления, выше, чем показатель преломления сердцевины волокна. Рассмотрено влияние введенных дефектов, в зависимости от их размещения в волокне, на основную моду и на моду высшего порядка оптического сигнала. Исследовано влияние дефектов на интенсивность и длину волны сигнала.

Ключевые слова: фотонно-кристаллическая структура, полимер, примесь, оптический сигнал.

Pavlysh V.A., Nevinskiy D.V., Zakalyk L.I., Lebid S.Yu. Manipulation in Photonic Crystal Structures by Optical Signals

The introduction of defects into photon crystal fiber with variable diameter using two photon polymerization method with a femtosecond laser with a wavelength of 515 nm and pulse duration of 250 fs is proposed. Polymer material based on organically modified ceramics with variable refractive index higher than the refractive index of the fiber core was used to create defects in this study. The influence of introduced defects, depending on their location in the fiber, on the main and higher-order modes of the optical signal is presented. The influence of defects on the intensity and wavelength of the signal is studied.

Key words: photonic crystal structure, polymer, impurity, optical signal.

УДК 66.045 Проф. В.М. Атаманюк, д-р техн. наук; асист. І.Я. Матківська; студ. О.М. Данилюк; студ. А.С. Серета – НУ "Львівська політехніка"

ФІЛЬТРАЦІЙНЕ СУШІННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ: КІНЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Представлено результати експериментальних досліджень кінетики фільтраційного сушіння зерна пшениці сорту "Зимоярка", які показали, що процес видалення вологи інтенсифікується із збільшенням температури та швидкості фільтрування теплового агента, а внаслідок різного початкового вологовмісту характер процесу залишається незмінним. Порівняння кінетики фільтраційного сушіння різних сортів пшениці показали, що кінетика процесу не залежить від сорту пшениці. Отже, отримані результати можна використовувати для інших м'яких сортів пшениць без проведення додаткових досліджень. Також визначено вплив фільтраційного сушіння на якісні показники зерна пшениці.

Ключові слова: зерно пшениці, вологовміст, фільтраційне сушіння, кінетика, швидкість сушіння, схожість.

Вступ. Вагому роль у розвитку економіки аграрного сектору України відіграє зернова галузь. Україні за обсягами експорту пшениці належить шосте місце у світі (приблизно 7 % від обсягу світової торгівлі) [1]. Зерно є важливим експортним та стратегічним продуктом, адже є основою стабільності продовольчого ринку, джерелом виробництва хлібобулочних виробів, корму для тваринницької продукції, а також сировиною для переробної промисловості тощо.

Використання зерна, як готового продукту, обумовлює необхідність дотримання таких основних вимог: вологість – не більше 14,5 %, вміст сміттєвих домішок – не більше 5 %, натура (насипна густина) – не менше 710 кг/м³, схожість – не менше 90-95 %, зернова домішка – не більше 15 %. Отже, однією з операцій післязбирального оброблення зерна є його сушіння до визначеного технічними умовами рівня вологості, забезпечуючи при цьому його якісні показники.

Сушіння зерна є енергоємним, складним технологічним і теплофізичним процесом. У висушеному зерні сповільнюються фізіологічні процеси, за яких зернова маса переходить в анабіотичний стан [2]. Основними показниками, які впливають на інтенсивність процесу сушіння і збереження показників якості зерна, є температура теплового агента, максимальна температура, до якої нагрівається зерно під час сушіння, тривалість процесу, тому ці параметри і визначають вибір технологічних параметрів сушильних установок [3]. На сучасному етапі виробництва зернової продукції в Україні та світі існує потреба інтенсифікації процесу його сушіння, розроблення високоефективних та екологічно безпечних технологій та ефективного зерносушильного обладнання.

Тому запропоновано фільтраційний метод сушіння зерна, який є одним із високоінтенсивних, низькотемпературних та екологічно безпечних методів.

Метою роботи є теоретичне та експериментальне дослідження кінетики фільтраційного сушіння зерна пшениці сорту "Зимоярка" і порівняння отриманих результатів із кінетикою сушіння пшениці сорту "Золотоколоса".

Об'єктом дослідження обрано зерно озимої м'якої пшениці сорту "Зимоярка", яка широко застосовується у харчовій промисловості.

Методика дослідження. Для оцінки основних параметрів шару досліджуваного матеріалу основні технічні характеристики зерна представлено у табл. 1.