

Рассмотрены особенности развития и формирования стратегической экологической оценки как одного из инструментов управления экологической политикой. Акцентировано внимание на существующей нормативно-правовой базе стратегической экологической оценки. Определено ее слабое приближение к нормам, предусмотренным законодательством стран европейского содружества. Обоснована необходимость создания принципиально новых подходов для применения такой оценки как инновационного подхода в экологической политике. Предложены практически-методологические пути использования процесса стратегической экологической оценки на всех иерархических уровнях применения.

**Ключевые слова:** экологическая политика, стратегическая экологическая оценка, этапы проведения, европейское сообщество.

### **Shevchenko I.V. Strategic Environmental Assessment of Ukraine: Current State and Directions of Development**

Some features of development and formation of strategic environmental assessment as an instrument for management of ecological politics are investigated. Attention is paid to the existing regulatory framework of strategic environmental assessment. Its slight approximation of standards stipulated by the legislation of the countries of the European community is determined. The necessity to create fundamentally new approach to the application of such assessment as an innovative approach in ecological politics is proved. Some practical methodological ways of using the process strategic environmental assessment at all hierarchical levels of application are proposed.

**Key words:** ecological politics, strategic environmental assessment, stages of conducting, European Community.

## **3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ**

УДК 671.093.02

*Проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук;*

*доц. Ю.Р. Дадак, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів;*

*директор Р.М. Дадак – ТК НЛТУ України, м. Львів*

### **ФІЗИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ МОКРОГО ВЛОВЛЮВАННЯ ГАЗОПИЛОВИХ ПОТОКІВ**

Розглянуто особливості осадження пилу в газовому потоці у випадку, коли сепарація пилу здійснюється на краплях або плівках рідини. Описано механізми вловлювання подрібнених частинок у газопромивачах з рухомими та нерухомими насадками. Визначено характерні особливості пиловловлювачів мокрого типу. Проведено теоретичні дослідження щодо особливостей захоплення частинок пилу плівкою та краплями рідини. Визначено чинники, що впливають на ефективність вловлювання пилу в апаратах мокрого типу. Наведено висновки та рекомендації щодо підвищення ефективності пиловловлювання в процесі використання пиловловлювачів мокрого типу.

**Ключові слова:** сепарація, пил, пристрій, мокре очищення, вловлювання, критерій Стокса, скруббер.

**Вступ.** Відомо [1], що сепарація пилу в мокрих знепилювальних пристроях, коли газопилова суміш безпосередньо контактує з рідиною або опосередковано із зрошуваною нею поверхнею, осаджування завислих частинок в газовому потоці здійснюється на краплях, плівках або поверхнях рідини (переважно води). До найбільш поширених типів апаратів мокрого очищення газової суміші із домішками відносять такі:

- порожнисті газопромивачі;
- газопромивачі з рухомою насадкою;
- пристрої ударно-інерційної дії з використанням трубок Вентурі;
- барботажні та пінні газопромивачі;
- апарати відцентрової дії та інші.

Ці пристрої характерні позитивними ознаками: відносною простотою конструкції, порівняно невеликою вартістю, високою продуктивністю (порівняно зі сухими пиловловлювачами інерційного типу), невеликими габаритними розмірами, можливістю використання газової суміші з високою температурою і значною вологістю пилогазової суміші (виробництво целюлози), вловлювання поряд із частинками пилу також пари та газоподібних компонентів [3]. Характерною особливістю пиловловлювачів мокрого типу є те, що захоплення пилу (вловлювання частинок) здійснюється краплями рідини та плівкою рідини.

При вловлюванні краплями запилений газовий потік промивають дисперговою рідиною, коли частинки пилу захоплюються краплями рідини і виносяться з пилогазового потоку. У цьому випадку, залежно від температурного режиму, тисків і вологості газової суміші, може відбуватися процес випаровування крапель, або конденсація парів із газової суміші потоку. За певних умов

частинки пилу можуть одночасно бути центрами (ядрами) такої конденсації. Це означає, що використання конденсаційного ефекту може значно підвищити ефективність очищення газового потоку від пилу. При осадженні пилу плівкою рідини газований потік з частинками пилу направляють на поверхню стінки, змоченої рідиною, або плівку спеціально отриманих газових бульбашок.

**Теоретичні дослідження.** Захоплення частинок пилу з допомогою крапель рідини, коли крапля безпосередньо рухається в просторі пристрою (скрубери), що заповнений запиленним газом, відбувається, в основному, завдяки кінематичній коагуляції.

Допустивши, що механізм осідання частинок на краплі розглядають як чисто інерційний, то ефект захоплення  $k_{\text{зах}}$  визначають критерієм Стокса ( $Stk$ ), тобто кількість захоплених частинок за одиницю часу  $N_{\tau}$  визначають:

$$N_{\tau} = \frac{\pi \cdot d_{\text{крапл}}^2}{4} \cdot \omega_0 \cdot z \cdot k_{Stk}, \quad (1)$$

кількість частинок пилу, захоплених на одиниці довжини пройденого шляху, визначають

$$N_l = \frac{\pi \cdot d_{\text{крапл}}^2}{4} \cdot z \cdot k_{Stk}, \quad (2)$$

де:  $d_{\text{крапл}}$  – діаметр краплі, м;  $\omega_0$  – швидкість удару краплі, м/с;  $z$  – довжина шляху, м. Тоді кількість частинок, захоплених 1 см<sup>3</sup> розпиленої рідини на тій же довжині (ділянці шляху), становитиме:

$$N_v = k_{Stk} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{крапл}}^2}{4} \cdot z \cdot \frac{6}{\pi \cdot d_{\text{крапл}}^3} = \frac{3}{2} \cdot \frac{z}{d_{\text{крапл}}} \cdot k_{Stk}. \quad (3)$$

Звідси випливає, що ефективність уловлення зростає із зменшенням діаметра краплі, завдяки чому може бути забезпечено ефективне вловлення дрібних частинок пилу. У випадку, коли захоплення частинок пилу здійснюється плівкою рідини, тобто має місце удар дрібної частинки об тверду стінку, можливим є відсакування частинки або прилипання до стінки за рахунок сил адгезії ( $P_{ad}$ ). Відбивання частинки виникає, коли кінетична енергія відбитої частинки є більшою за енергію адгезії ( $E_{ad}$ ), тобто

$$\frac{m \cdot \omega^2}{2} > E_{ad}, \quad (4)$$

де:  $m$  – маса частинки пилу діаметром  $d_q$ , кг;  $\omega$  – швидкість відбивання (за умови допущення відсутності сил адгезії), м/с;

Виразивши

$$m = \frac{\pi \cdot d_q^3}{6} \cdot \rho_q, \quad (5)$$

із врахуванням допущення відсутності сил адгезії можна записати, що

$$E_{ad} = P_{ad} \cdot h \cdot d_q, \quad (6)$$

де:  $h$  – проміжок між поверхнею стінки та частинкою, м;  $d_q$  – еквівалентний діаметр частинки, м.

$$P_{ad} = 0,012 \cdot d_q. \quad (7)$$

Інтегруючи (6), можна знайти граничне значення швидкості удару, за якого ще можливим є явище прилипання частинки, тобто

$$\omega = \frac{0,249}{d_q} \quad (8)$$

Необхідно зазначити, що за рахунок наявності на поверхні плівки змочуваної рідини умови прилипання будуть істотно покращеними. Тоді, в цьому випадку, силу адгезії можна визначати за формулою

$$P_{ad} = \frac{2\pi \cdot \sigma \cdot d_q}{1 + \tan \frac{\alpha}{2}} \cdot \cos \phi, \quad (9)$$

де:  $\alpha$  – кут, що визначає змочену частину поверхні подрібненої частинки;  $\sigma$  – коефіцієнт поверхневого натягу, Н/м;  $\phi$  – крайовий кут змочування, який залежить від хіміко-фізичних властивостей змочуваної рідини та дисперсності частинок. Для гідрофільних, тобто добре змочуваних поверхонь частинок пилу ( $\phi \approx 0$ ), при точковому контакті частинок із поверхнею рідини ( $\alpha \approx 0$ ) величина сили адгезії буде дорівнювати

$$P_{ad} = 2\pi \cdot \sigma \cdot d_q. \quad (10)$$

Треба зазначити, що за однакової швидкості  $\omega$  змоченою поверхнею будуть утримуватися значно більші за діаметром частинки, ніж при сухому способі вловлення [4]. При русі гранична швидкість удару частинки, що забезпечує її занурення в змочувану рідину, буде дорівнювати

$$\omega = \frac{1}{\cos \psi} \sqrt{\frac{8 \cdot \sigma}{\rho_r \cdot d_r}}, \quad (11)$$

де  $\psi$  – кут між напрямком руху частинки пилу і нормаллю до поверхні рідини в точці удару (рис.).

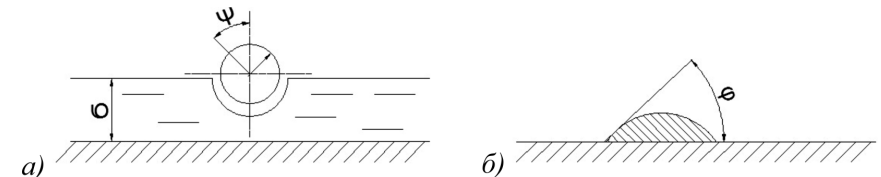


Рис. 1 Схема захоплення частинок пилу плівкою рідини:

а) схема захоплення; б) крайовий кут змочування

При  $\psi = 0$ , тобто, коли рух частинки по нормалі до поверхні рідини

$$\omega = 2,83 \sqrt{\frac{\sigma}{\rho \cdot d}}. \quad (12)$$

При значних кутах  $\psi$  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  $\psi$  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.

### *Озарків І.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 надгратка, 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