

Черниш Б.Б.

аспірант,

Науковий керівник: Контущ С.М.

доктор технічних наук, професор,

Одеська національна академія харчових технологій

ЛАЗЕРНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ: ВІД ЗАБРУДНЕНОГО ПОВІТРЯ ДО ПОРОШКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На протязі багатьох років в Одеському національному університеті ім. І.І. Мечникова, а в наступні роки – з участю ТОВ Новатек-електро (Одесса), розробляються оптичні методи діагностики диспергованих систем різного типу, створюються лабораторні стенди та готові прилади. В першу чергу це стосується експрес-вимірювань розміру часток і розподілу за розміром, тобто визначення гранулометричного складу. Для таких вимірювань широко використовується відомий принцип SPOS- метод, при якому потоки часток, взвішаних, наприклад в повітрі, освічуються інтенсивним світлом, і з допомогою високочутливого фотоелемента реєструється світловий (спалах) відображений від кожної частинки, (розсіяне світло або тінь частинки). Такий підхід висвітлений в аббревіатурі окремим принципом, а саме SPOS ініціалами: Single Particle Optical Sizing, що являється оптичним методом вимірювання розміру окремих часток[1]. В якості джерела світла використовують лазерні діоди різної потужності та довжини хвилі, а фотоелементом являється фотодіод, який працює в схемі перетворювача струм-напруга.

Досягнення сучасної фотоніки, електроніки та цифрових технологій дали змогу створити різноманітні прилади – лічильники часток, що працюють по принципу SPOS. Вимірювання концентрації пилу є важким метрологічним завданням. Це обумовлено тим, що пил являє собою складну систему, яку не можна описати одним або двома параметрами. Насамперед пил майже завжди є полідисперсним, тобто характеризується широким спектром розмірів часток. Здатність частинок пилу розсіювати світло залежить від ряду факторів, таких як: розмір, форма, хімічний склад.

Для того щоб вимірювач пилу володів високими метрологічними характеристиками, необхідно відповідність його основним вимогам, що пред'являються до сучасних вимірювальних приладів:

- безперервність вимірювань;
- вимірювання концентрації пилу без попереднього осадження;
- похибка вимірювань не має бути більшою ніж $\pm 10\%$;
- Захист від впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів;

– простота та дешевизна виготовлення, портативність і висока експлуатаційна надійність. Діапазон вимірювань, від 0-3000мг/м³. Основна приведена похибка вимірювання оптичної щільності $\pm 2,0\%$. Межі додаткової приведеної похибки вимірювання при зміні температури навколишнього середовища в робочому діапазоні температур на кожні 10°C від номінального

значення температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, не більше $\pm 0,7\%$. Номінальний час встановлення показів – не більше 10с.

Важливою вимогою в конструкції лічильників є формування однорідного потоку світла, так щоб при перетині його частками в будь-якій точці призвело до одного і того ж розсіювання рахунку. Використання лазерних джерел світла створює додаткові труднощі при розробці лічильників частинок, так, як випромінювання лазерних діодів має розподіл інтенсивності по гаусу при перетині променя.

Запиленість повітря можна визначити гравіметричним (ваговим), лічильним (мікроскопічним), фотометричним та деякими іншими методами.

Методи контролю запиленості повітря поділяються на 2 групи:

А – з виділенням дисперсної фази із аерозолі.

Б – без виділення дисперсної фази із аерозолі.

До групи А відносяться ваговий (гравіметричний) та рахунковий (конометричний) методи.

До групи Б- фотоелектричні, електрометричні, радіаційні та оптичні.

Ваговий метод полягає в протягуванні певного об'єму запиленого повітря через фільтр, на якому затримуються частинки пилу. По збільшеній вазі фільтра визначають концентрацію пилу в повітрі.

Рахунковий метод полягає в визначенні числа та розмірів пилинок в 1см^3 повітря. Для відбору проби застосовують спеціальні лічильники пилу – конометри [2].

Існуючі моделі фотоелектричних лічильників частинок призначені для вимірювання лічильної концентрації частинок в повітрі і їх розмірів, так як саме кількість частинок в повітрі і їх розміри є факторами, що впливають на технологічні процеси. В екології з санітарно-гігієнічної точки зору необхідно знати масу частинок в одиниці об'єму [3]. Перехід від лічильної концентрації до вагової не є простою операцією, і саме тому просте використання існуючих моделей лічильників в екології неможливо. Крім того, для обробки електричних імпульсів застосовуються цифрові методи. Все це дало можливість різко зменшити габарити приладів, і створити легкі переносні лічильники частинок аерозолів.

Залежно від розв'язуваних вимірювальних завдань перетин потоку світла з потоком аерозолі (тобто сформувати так званий рахунковий обсяг) можна здійснити по-різному. Саме, в ідеальному варіанті потік аерозолі повинен бути менше по перетину потоку світла, щоб всі частинки припиняли цей потік [4]. Однак це призводить до вимоги створення потоку світла великого перерізу, що важко здійснити з лазерами невеликої потужності для досягнення високої чутливості приладу. Крім того, необхідно формувати потік аерозолі невеликого перерізу, а це призводить до труднощів пропускання через прилад великої кількості повітря.

Під час розробки приладу (аналізатора дисперсних систем), було розроблено та апробовано декілька схем які працюють по методу реєстрації фотодіодом світлового потоку від лазерного випромінювача, розсіяного частинками. Гарний результат проявив метод в якому розсіяний потік світла реєструвався одночасно 2 фотоприймачами що мають різну апертуру.

Потім обидва сигнали порівнюються між собою і тим самим вибираються ті, які виникли від частинок, що перетинають лазерний промінь в його центрі. Іншими словами, реєструється траєкторія руху частинки.

В цьому випадку залежність між розмірами частинок і інтенсивністю розсіяного ними світла є монотонною. Порівнюючи між собою амплітуди сигналів, можна зареєструвати лише ті частинки, які проходять поблизу центру лазерного променя. Отримані амплітуди сигналів від фотодіодів оцифровуються для подальшого створення різної інформації про параметри аерозолі.

Головним моментом в даній сфері роботи являється налаштування та градування приладу для коректної та точної роботи. Це проводиться за допомогою монодисперсних часток відомого нам розміру, що проходять через рахунковий механізм приладу.

Як джерело монодисперсних частинок використаний монодисперсний порошок з сферичних частинок окису кремнію, який виготовляється фірмою Seahostar KE, Nippon Shokubai (Японія).[5] Відповідно до паспортних даних частки фракції KE-P100 мають геометричний діаметр в межах від 0,94 до 1,25 мкм. Для отримання аерозолі з таких частинок зібрана установка. У ній в циліндричній осередку з пористим дном формується висхідним потоком повітря киплячий шар зі скляних мікросфер діаметром близько 300 мкм, в який додана невелика кількість монодисперсного порошку окису кремнію.

За рахунок тертя мікросфер одна об одну відбувається дроблення частинок окису кремнію і винесення їх з киплячого шару з утворенням потоку аерозолі. Такий метод розпилення порошку зручний та простий, що дає змогу отримання монодисперсного аерозолі [6].

Для перевірки роботи розробленого лічильника проба одержуваного монодисперсного аерозолі проходила через лічильник в режимі аналізу дисперсного складу з допомогою зовнішнього комп'ютера. Лічильник показав досить високу точність одержуваного аерозолі. Тим самим можна знайти одну з реперних точок для градування лічильника.

Перевірка роботи лічильника по вимірюванню масової концентрації проводилася на експериментальному стенді, що складається з аерозольної камери об'ємом близько 400 л і стандартної установки для осадження частинок на фільтр і визначення ваги опад часток.

Розроблені методи вимірювань показують, що система визначення дисперсного складу часток має ряд переваг в порівнянні з відомими пристроями. Так, знайдено хороший спосіб вимірювань результатів розмірів монодисперсних частинок окису кремнію з розрахунковими даними, що дозволяє не проводити процедуру градування. Порівняння даних, отриманих на розробленій системі і за допомогою цифрового мікроскопа, підтверджують точність вимірювання приладом.

Список використаних джерел:

1. Оптико-електронні методи вивчення аерозолів. С.П. Беляев, Н.К. Нікіфорова, В.В. Смірнов, Г.І. Щелчков М., Енергоіздат, 1981 р. 232 с.
2. Гоніометр BI 200 SM, Brookhaven Ltd., UK, www.brookhaven.co.uk
3. Apparatus and method for particle analysis. Patent USA, No 5426501, 20.06.1995.

4. Вимірювач дисперсності порошків AccuSizer 780 / DPF, Santa Barbara.
5. Laven Ph. Simulation of Rainbows, Coronas and Glories by use Mie Theory. Applied Optics, 2003, v.42, № 3, pp. 435-444.
6. Woo K.S., Romey F.J., Dick W.D., Liu Y.H. Measurement of Atmospheric Aerosols using the Wide-Range Particle Spectrometer (WPSTM).

Якименко І.З.

кандидат технічних наук, доцент;

Мачуляк М.В.

студент,

Тернопільський національний економічний університет

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТИХ ТА ВЗАЄМНО ПРОСТИХ ЧИСЕЛ ВИДУ $2^N + K$

Визначення простих і взаємно простих чисел є однією з найважливіших задач теорії чисел [1] і сучасної асиметричної криптографії [2]. Існуючі підходи щодо вирішення задач даного класу базуються на використанні решета Еретосфена, ймовірного тесту на простоту та алгоритмі Евкліда [3]. Функціональними обмеженнями даних алгоритмів є використання для обчислень багаторівневого базису Радемахера, який характеризується часово складними операціями модульного ділення, множення та сумування з наскрізними переносами.

Крім того, актуальність проблеми визначення простих і взаємно простих чисел продиктована також невизначеністю щодо теоретичного обґрунтування стійкості асиметричних криптосистем [4].

Алгоритм визначення простих та взаємнопростих чисел

Запропонований алгоритм базується на рекурентному обчисленні залишків по заданому модулю шляхом отримання значення (табл. 1):

$$b_{i+1} = 2 \cdot b_i \pmod{p} \quad (1)$$

При цьому, стартова позиція рекурентної перевірки подільності числа на прості множники визначається згідно виразу:

$$\text{res } 2^i \pmod{p} + \text{res } \sum_{j=0}^n 2^j \pmod{p} \equiv 0 \pmod{p} \quad (2)$$

Результати реалізації пошуку простих чисел виду $2^n + 3$ представлено в таблиці 2.

Отримана аналітика простих чисел, які не задовольняють умову (2) ні по одному з простих модулів, які менші половини розрядності шуканого P , приведена в таблиці 2.