



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17019 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 21/01
G01N 21/15

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ МАЛОГО ОБ'ЄМУ СУСПЕНЗІЙ ПРИ ДОСЛІДЖЕННЯХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИНОК У СУСПЕНЗІЯХ ОПТИЧНИМИ МЕТОДАМИ

1

(21) u200600961

(22) 02.02.2006

(24) 15.09.2006

(46) 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006 р.

(72) Контуш Сергій Михайлович

(73) ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ

(57) Спосіб формування малого об'єму суспензій при дослідженні оптичних характеристик суспензій, при якому вільний струм суспензії або потік суспензії в прозорій трубці висвітлюють тонким променем світла, який відрізняється тим, що для усунення впливу поверхні струменя суспензії або

2

прозорих стінок трубки, у якій тече суспензія, на взаємодію падаючого світла з частинками і перекручування розсіювання світла частинками, завислими в суспензії, струмів суспензії, оточений оболонкою із чистої рідини, що тече разом зі струменем, вільно проходить малу відстань у великому об'ємі чистої рідини від виходу з одного сопла до входу в друге, розташовані співвісно; промінь світла спрямований на струмінь суспензії в зазорі між соплами й виділяє зі струменя суспензії необхідний малий об'єм.

Корисна модель відноситься до розділу техніки вимірів характеристик частинок, зважених у суспензіях.

На сучасному рівні розвитку техніки вимірів характеристик частинок у суспензіях оптичними методами звичайно вимірюються інтенсивність і спектральні параметри розсіяного світла під малими кутами вперед або назад стосовно променя світла, що пройшло через суспензію, поміщену в кювету прямокутного або квадратного перетину. В інших випадках роблять виміри розсіювання світла різних довжин хвиль одночасно під різними кутами при проходженні вузького пучка світла через суспензію досить великого об'єму, порядку 0,5л [H. Jiang, G. Marquez, L. Wang. Particle sizing in concentrated suspensions by use of steady-state, continuous-wave photon-migration techniques. Optics Letters, vol. 23, pp. 394-396, 1998]. При цьому для одержання середнього розміру частинок й розподілу частинок по розмірах і деяких інших характеристиках частинок необхідно вирішувати складне математичне завдання, відоме як зворотна задача, тобто відновлювати відомості про характеристики частинок за даними про розсіювання ними світла [H. Jiang, J. Pierce, J. Kao, E. Seveck-Muraca. Measurement of particle-size distribution and volume fraction in concentrated suspensions with photon migration techniques Applied Optics, vol. 36, pp. 3310-3318, 1997]. Основними труднощами в обох

цих випадках є той факт, що при проведенні розрахунків доводиться враховувати розсіювання світла з великого об'єму суспензії або збирати розсіяне світло лінзами з окремих тілесних кутів. Крім того, стінки кювет, у яких міститься досліджувана суспензія, сприяють виникненню паразитного розсіяного світла, що надзвичайно ускладнює виміри.

Найбільш близьким до пропонованого способу подолання зазначених труднощів є спосіб, використаний у приладі "Аерозольна сова" і призначений для визначення розмірів частинок в аерозолі високої концентрації [В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев, Д.В. Швыдкий. Теоретичні основи очищення газів. "Машинобудування-1", Москва, 2001р., стор. 274-275]. У цьому способі й відповідно в пристрої для його реалізації вузький потік аерозолу висвітлюється білим світлом і візуально вивчається інтенсивність розсіяного світла під різними кутами стосовно напрямку падаючого світла. Основним для роботи приладу є той факт, що між потоком аерозолу й навколишнім середовищем відсутні прозорі стінки, які можуть спотворювати результати вимірів. Дійсно, частинки аерозолу зважені в повітрі, а навколо потоку аерозолу також перебуває простір з повітря, що не містить частинок. Крім того, потік аерозолу в цьому приладі має діаметр приблизно в 10 разів менший по величині, чим відстань до крапки спостереження (діаметр плоскої циліндри-

(13) U

(11) 17019

(19) UA

чної кювети із прозорою бічною стінкою), і тому область, з якої відбувається розсіювання світла, може вважатися крапковою. Все це дозволяє досить чітко фіксувати наявність декількох максимумів розсіяного світла (при різних кутах), особливо якщо частинки в аерозолі мають приблизно однакові розміри. Циліндрична симетрія пристрою дозволяє проводити виміри в діапазоні кутів приблизно від 10 до 170 градусів.

Недоліком описаного способу вимірів розмірів частинок є те, що аналогічні виміри неможливо провести із суспензіями, тому що суспензії, що подається з деякого сопла, має чітку границю з навколишнім повітрям - поверхня рідини, що призводить до складних оптичних ефектів при висвітленні струменя світлом і при реєстрації світла, розсіяного зваженими в суспензії частками. Ці ефекти є настільки сильними, що реєстрація розсіяного частками світла фактично виявляється неможливою.

Технічна задача, на всі рішення якої спрямована корисна модель, полягає в тому, щоб усунути вплив стінок, які звичайно обмежують досліджувану суспензію, а також сформувати досить малий її об'єм для полегшення наступного спектрального й кутового аналізу світла, розсіяного частинками в суспензії. Із цією метою використаний так званий струминний метод, при якому рідкий або газоподібний струмінь із частинками вводиться в потік того ж середовища, що не містить частинок. При цьому протягом деякого часу струмінь із частинками не змішується з навколишнім середовищем, що дозволяє повністю усунути стінки між досліджуваним середовищем у струмені й навколишнім чистим середовищем. Струмінь досліджуваної суспензії необхідно вводити з малою швидкістю в співвісний потік чистої рідини, що рухається з тією же швидкістю (так що навколо струменя суспензії утвориться оболонка із чистої рідини), а обоє ці потоки - у нерухоме чисте рідке середовище, і на невеликій відстані від місця введення виводити їх із цього середовища. Якщо відстань між зрізами сопел для введення й для виведення струменя суспензії й потоку чистої рідини невелика й становить величину, приблизно рівну 1-2 діаметрам потоку чистої рідини, то струмінь у зазорі між соплами зберігає циліндричну форму, і частинки її практично не дифундують у навколишнє нерухоме чисте рідке середовище. Саме в зазор між соплами через шар чистої рідини можна направити вузький промінь світла для висвітлення частинок у струмені суспензії, і в такий спосіб без стінок поблизу струменя суспензії сформувати малий її об'єм, розсіяне світло з якого можна реєструвати для вивчення параметрів частинок також без впливу стінок. При цьому необхідно, щоб бічні стінки посудини з нерухомою чистою рідиною перебували на відстані, значно більшому, ніж діаметри сопел для введення й виведення суспензії й чистої рідини. У цьому випадку значно полегшуються теоретичні розрахунки, необхідні, наприклад, для рішення зворотної задачі при визначенні розмірів частинок у суспензії.

Для реалізації способу можна використати вимірювальну систему, схема якої наведена на кресленні. Основною її частиною є герметичний посуд

1 (що має вид циліндра малої висоти) із прозорими бічними стінками або прозорими вікнами. Вище цього посуду встановлені дві невеликих ємкості 2 й 3. Перша з них з'єднана прямою трубою через вентиль 4 із соплом 5, укріпленим у центрі верхньої стінки посуду 1. Другий короткою трубою поєднаний із посудом 1. У центрі нижньої стінки посуду 1 соосно із соплом 5 установлене сопло 6 більшого діаметра, ніж сопло 5. Відстань між внутрішніми кінцями сопел 5 і 6 в 1,5-2 рази більше, ніж діаметри сопел. До нижнього кінця сопла 6 через вентиль 7 приєднана трубка 8, спрямована в збірник 9. На верхній стінці посуду 1 є патрубок 10, верхній зріз якого перебуває на рівні верхніх зрізів посудів 2 й 3. Відстань від сопел до бічних стінок посуду 1 повинне бути в 10-20 разів більше, ніж діаметр сопел (див. нижче). Для висвітлення струменя суспензії служить промінь світла 12.

Використання вимірювальної системи для формування малого об'єму суспензії полягає в наступному. Через патрубок 10 при закритому вентилі 7 посуд 1 заповнюють чистою рідиною так, щоб її рівень досяг дна посуду 2. Вентиль 4 закривають, і в посуд 2 вводять досліджувану суспензію (у кількості приблизно 10-20 мол). Далі через патрубок 10 доливають у систему чисту рідину до рівня, рівного рівню суспензії в посуді 2. Обережно відкривають вентиль 4, а потім вентиль 7. При цьому й досліджувана суспензія з посуду 2, і чиста рідина з посуду 3 будуть вливатися в посуд 1 і далі через патрубок 8 у збірник 9. У проміжку між соплами утвориться струмінь досліджуваної суспензії 11, діаметр якої не буде збільшуватися через одночасне втікання в сопло 6 і суспензії, і чистої рідини з посуду 1 із-за рідкої оболонки струменя суспензії. Настроювання такої течії можна виконати за допомогою вентиля 4, зменшуючи швидкість витікання суспензії з посуду 2. Стінки між струменем суспензії й чистою рідиною відсутні, що дозволяє значно простіше проводити оптичні виміри характеристик частинок у суспензії, наприклад, висвітлюючи необхідну її частину вузьким променем світла через чисту рідину й реєструючи розсіяне частинками світло. Для забезпечення нормальної роботи відповідних пристроїв при проведенні оптичних вимірів необхідно, щоб відстань від струменя суспензії до бічних стінок посуду, у якому перебуває чиста рідина й де можуть бути встановлені приймачі, наприклад, розсіяного частинками світла, була в 10-20 разів більше, ніж діаметр струменя суспензії. Закриваючи на час вентиль 8, можна додавати нові порції суспензії й чистої рідини в посуд 2 та 3 й у такий спосіб продовжувати час дії вимірювальної системи. Звичайно, швидкість витікання рідини з посуду 1 у посуд 9 становить 3-5 мол за 1хв.

Для формування малого об'єму суспензії при проведенні яких-небудь оптичних досліджень необхідно освітити струмінь суспензії плоским променем світла 12 відомої товщини, так що перетинання струменя суспензії променями світла приведе до виділення в просторі необхідного малого об'єму суспензії. При цьому ширина променів світла повинна бути більше діаметра суспензії.

Розрахунок величини сформованого малого об'єму суспензії тоді можна зробити по формулі:

$W = S h$, де S - значення перетину струменя суспензії, h - товщина променів світла.

У виготовленому для проведення вимірювань пристрої діаметр ємкості 1 дорівнює 8 см, її висота - 4 см. Вхідне та вихідне сопла 5 та 6 мають діаметри біля 5 і 6 мм, а відстань між їхніми кінцями всередині ємкості дорівнює приблизно 6 мм. При повному заповненні ємкості 1 чистою водою, а також

при введенні в неї через сопло 5 відповідної суспензії та при регулюванні швидкості витікання суспензії та чистої води із ємкості 3 і до збірника 9 (швидкість витікання в збірник - приблизно 1 мл за хвилину) в зазорі між соплами формується стабільний струм суспензії діаметром приблизно 4 мм, який цілком втікає в сопло 9.

