

Sposób dozowania i sitowy pomiar granulacji cząstek za pomocą szczeliny optycznej

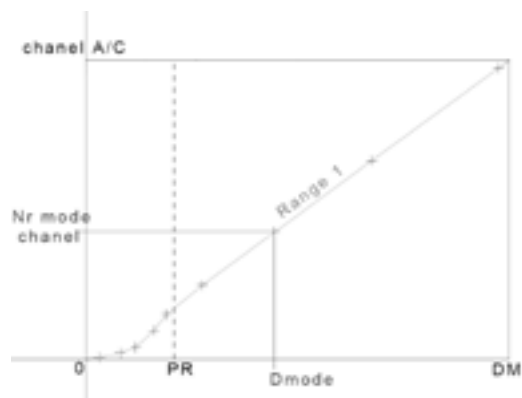
Kamiński Stanisław
KAMIKA Instruments

Kalibracja sitowa przyrządu optycznego polega na porównaniu rozkładów objętościowych (wagowych) uzyskanych za pomocą sit mechanicznych z analizą ilościowo-wymiarową zbioru cząstek przeliczonych na objętość. Porównania takie umożliwiają określenie kalibracji sitowej przyrządów optycznych.

Dla pomiaru wymiaru cząstki najlepiej posługiwać się szczeliną optyczną, przez którą przechodzi skolimowane promieniowanie światła. Na podstawie zmierzonej średnicy oblicza się powierzchnię kuli, stąd można wyliczyć masę cząstki i porównać ją z rozkładem masy na sitach mechanicznych i wyznaczyć kalibrację sitową dla przyrządu optycznego.

SPOSÓB KALIBRACJI

Kalibrację prowadzi się stosując kulki szklane (do 2 mm), kulki metalowe (od 2 mm do 30 mm) zmierzone mikrometrem, a dokładne kulki z tworzywa lub gumy (od 30 mm do 110 mm) zmierzone suwmiarką. Każda cząstka może być określona tylko w jednej z klas wymiarowych. Mierząc zbiór cząstek kulistych referencyjnych porównujemy modę zbioru wzorcowego z modą zmierzonych cząstek i ten punkt na osi x ma wymiar mody wzorca, a na osi y wynik według A/C. Przy pomocy innych wymiarów wzorców wyznaczamy inne wartości kalibracji, ograniczając ilość punktów do 9 punktów plus punkt 0. Następnie wyznaczamy krzywą tak, żeby wszystkie punkty znalazły się na niej. Według krzywej wyliczamy matrycę na założoną liczbę wymiarów i ta matryca będzie służyła do określania wielkości cząstek.



RYS. 1

Kalibracja sferyczna cząstek według amplitudy impulsu

DM – maksymalny wymiar cząstki

Dmode – moda zbioru wzorcowych cząstek

PR – szerokość-wysokość szczeliny w przestrzeni pomiarowej

A/C – wyniki pomiaru przetwornika analogowo-cyfrowego

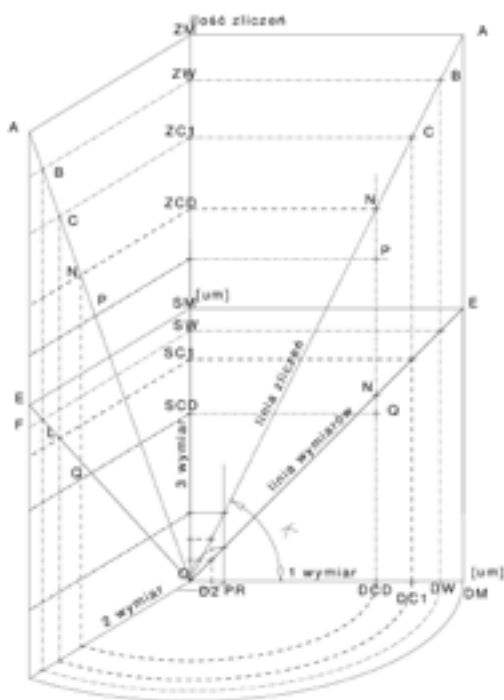
Dla wyznaczonej matrycy amplitud impulsów dla cząstek kulistych można wyznaczyć matrycę szerokości impulsów, reprezentowaną przez sumaryczną ilość zliczeń szerokości szczeliny tworzącej przestrzeń pomiarową i średnicy impulsu cząstki w postaci impulsu.

Dla cząstek sferycznych kalibracja sitowa jest taka sama jak dla sit i pomiarów optycznych. Gdy cząstka ma kształt wydłużony, to charakterystyki sitowe i optyczne się rozchodzą.

Na RYS. 2 przedstawiono przestrzeń pomiarową składającą się z dwóch oddzielnych i prostopadłych względem siebie torów pomiarowych, które są przedstawione na RYS. 3. Tory są niezależne od siebie, ale mają bardzo podobne charakterystyki pomiarowe. Uzyskuje się je przez dokładną regulację parametrów optycznych i elektronicznych. Dla przestrzennego zobrazowania cząstki, trzeci wymiar uzyskuje się przez zliczanie czasu trwania ruchu cząstki w przestrzeni pomiarowej. To, co widoczne jest na RYS. 3 musi być jednakowe dla obydwu wymiarów przy wzorcach sferycznych (kulach) jednorodnych optycznie.

Ruch cząstki przez szczeliny pomiarowe o szerokości PR na skutek zjawisk optycznych i elektronicznych charakteryzuje się zmianą napięcia w funkcji czasu w postaci impulsu. Mierząc amplitudę impulsu w dwóch prostopadłych kierunkach dla kuli uzyskuje się takie same impulsy i wartości FP1 i FP2. FP jest powierzchnią zajęta przez cząstkę w szczelinie i jest proporcjonalna do rzutu kształtu i wielkości cząstki. Z powierzchni FP moż-

RYS. 2
Charakterystyka
trójwymiarowego pomiaru



na wyliczyć średnicę kuli, w którą wpisana jest cząstka. Mierzona cząstka, oprócz wymiarów geometrycznych, charakteryzuje się prędkością V . Od prędkości V i częstotliwości przetwornika A/C zależy ilość zliczeń ZC1. Z kolei od ilości zliczeń cząstki o wymiarze DW zależy współczynnik K

$$K = ZW / DW \quad [\text{ilość zliczeń} / \mu\text{m}]$$

dla $SW1 > PR$

$$FP1 = 2 \int_0^{PR} \sqrt{R^2 - x^2} dx$$

$$FP1 = 0,5(\sqrt{PR^2 - SW1^2} + SW1 \cdot \arcsin(PR/SW1))$$

dla $SW2 \leq PR$

$$FP2 = 0,5 \cdot SW2^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi$$

Do jednowymiarowego układu pomiarowego przy użyciu przetwornika A/C o małej częstotliwości rzędu 500 kHz może być użyty specjalny program kalibracyjny, który porównuje wyniki otrzymane według sit mechanicznych z ciężarami zmierzonymi na sitach i ciężarami obliczonymi według wyników optyczno-elektronicznych.

Dla wszystkich przetworników A/C o częstotliwości rzędu 12 MHz szerokość cząstki może być zliczana jako oddzielny pomiar z dokładnością ok. 1% w stosunku do dotychczasowego wymiaru cząstki.

Przy użyciu szybkiego przetwornika A/C pomiar szerokości cząstki znacznie się upraszcza. Pole pomiarowe cząstek zawarte jest na płaszczyźnie $DM \times SM$, a przekątna tego pola OE (RYS. 2) zawiera tylko cząstki sferyczne.

Linie kalibracyjną OA przedstawiającą szerokość cząstki w funkcji ilości zliczeń można zamienić na linię OE , przy której szerokość wyrażona jest w μm .

Kalibrację szerokości wykonuje się używając wzorca sferycznego DW , który po przejściu przez przestrzeń pomiarową daje ZW zliczeń. Linia OA jest linią wszystkich wzorców sferycznych od zera do DM . W tym zakresie zmierzoną dowolną cząstkę w punkcie N o parametrach DCD i ZCD można przeliczyć z ilości zliczeń według punktu P na wymiar w μm w punkcie Q .

Wymiar NP jest rzeczywistą odchyłką szerokości dowolnego wymiaru od szerokości cząstki sferycznej umiejscowionej w punkcie N .

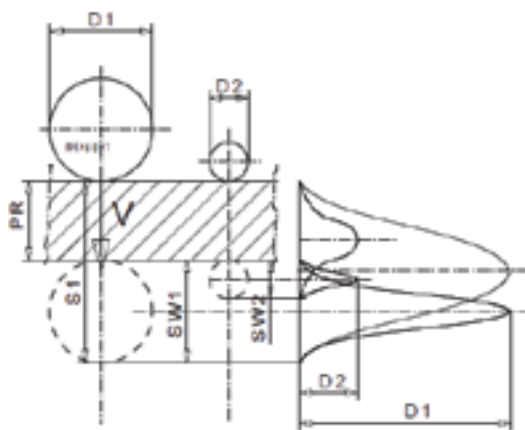
Nachylenie linii OA zależy od współczynnika K , zaś nachylenie linii OE równe jest jedności, a wyliczone wcześniej odchylenie NP musi być podzielone przez wartość współczynnika K . Rzeczywisty wymiar szerokości cząstki równy jest:

$$SC = CDC - NP/K$$

Wszystkie cząstki poniżej linii OA , jeżeli są wydłużone, to są walcowe, a powyżej tej linii są podobne do dysków.

Pomiar trójwymiarowy składa się z co najmniej dwóch niezależnych układów jednowymiarowych, które mają podobne linie kalibracyjne OA i OE . Pomimo różnych wymiarów w dwóch kanałach pomiarowych $DC1$ i $DC2$, mają taką samą wartość $SC1$.

Przy różnych poziomach szerokości SZS cząstki mogą przedstawiać różne kształty.



PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE SPOSOBU DOZOWANIA DLA SITOWEGO POMIARU GRANULACJI

Jeżeli zastosowane dozowniki o wymuszeniu ruchu cząstek w sposób aerodynamiczny lub grawitacyjny umożliwiają jednoznaczne pomiary, to można wykorzystać je do pomiarów sitowych.

Dozowniki o wymuszeniu aerodynamicznym mogą rozpędzić cząstki do kilkudziesięciu m/s, a w dozowniku grawitacyjnym, typu rynna, cząstki spadają swobodnie.

Konstrukcja i wielkość przyrządu zależy od:

1. wielkości przestrzeni pomiarowej;
2. do przestrzeni pomiarowej analizatora wprowadza się cząstki grawitacyjnie przy pomocy rynny lub aerodynamicznie przy pomocy innych typów dozowników;
3. do dozowania najmniejszych cząstek do 500 μm stosuje się dozownik z wymuszeniem ultradźwiękowym;
4. do dozowania cząstek do 2 mm stosuje się dozownik z wymuszeniem aerodynamicznym.

Gdy dozuje się cząstki grawitacyjnie to używa się specjalnie ukształtowanej rynny, która zapewnia stabilny ruch ziarna w przestrzeni pomiarowej. Prędkość ruchu ziarna według wzoru Newtona wynosi:

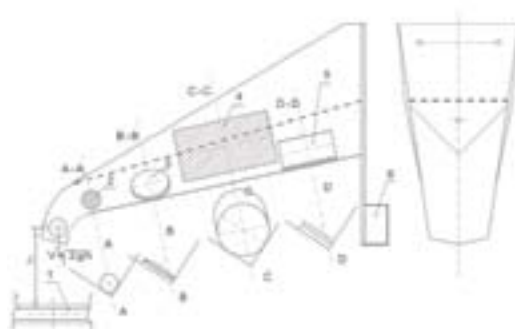
$$V = \sqrt{2gh}$$

gdzie: g – przyspieszenie ziemskie

h – odległość od punktu oderwania się cząstki od rynny do przestrzeni pomiarowej.

Kształtując odpowiednio krzywiznę i pochylenie rynny, można precyzyjnie wyznaczyć punkt oderwania cząstki od rynny i określić konstrukcję rynny przedstawionej na RYS. 4.

Cząstki o dowolnym kształcie porównuje się do typowych kształtów wzorcowych. ■



RYS. 3

Kalibracja szerokości cząstek według wzorców kulistych różnej wielkości
 DM – maksymalny wymiar cząstki sferycznej [μm]
 SM – maksymalna szerokość impulsu
 ZM – zliczenia według DM [szt.]
 PR – wymiar przysłony [μm]
 $ZC1$ – zliczenia według $DC1$ kulek kalibracyjnych [szt.]
 $DC1$ – wymiar mody kulek wzorcowych większych od PR [μm]
 $SW1$ – szerokość według $DC1$ [μm]
 $S[PR]$ – zmierzona szerokość według $DC1$ [μm]
 $SW2$ – szerokość dla cząstek mniejszych od PR
 $DC2$ – wymiar mody kulek wzorcowych mniejszych od PR [μm]
 $ZC2$ – zliczenia według $DC2$ dla kulek kalibracyjnych mniejszych od PR [szt.]
 O – zeroowy poziom pomiaru szerokości
 K – współczynnik kalibracyjny $ZC1/DC1$

RYS. 4

Ułożenie cząstek różnych kształtów na rynnie dozującej
 1. Przestrzeń pomiarowa
 2. Cząstka kulista
 3. Cząstka dyskowa
 4. Cząstka walcowa
 5. Cząstka płytkowa
 6. Wibrator