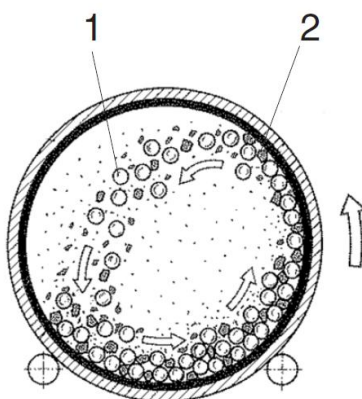


MŁYN KULOWY I ANALIZA SITOWA

1. Wprowadzenie

Proces zmniejszania wymiarów cząstek określa się jako rozdrabnianie lub kranie. W procesie **rozdrabniania** uzyskuje się cząstki o wymiarach mniejszych od wymiarów początkowych materiału, a ich kształt może być różny i nieregularny. **Kranie** ma na celu nie tylko zmniejszenie wymiarów surowca, ale również nadanie otrzymanym cząstkom określonego kształtu.

Młyny kulowe oraz młyny z wypełnieniem w postaci walców stosuje się do drobnego mielenia. W tych młynach następuje rozdrabnianie na skutek uderzania i rozcierania materiału między kulami lub walcami wypełniającymi wnętrze młyna i stanowiącymi elementy mielące.



Rys. 1. Młyn kulowy: 1 - kule, 2 - materiał ziarnisty

Większość surowców, produktów pośrednich i produktów końcowych w wielu procesach ma postać ładunków ziarnistych. Rozkład wielkości cząstek materiału sypkiego decyduje o wielkości powierzchni rozwijanej przez dany ładunek i ma istotny wpływ na procesy wymiany ciepła i masy.

Przesiewanie jest jednym z najstarszych sposobów na rozdzielanie materiałów ziarnistych, często poprzedzone mieleniem lub inną techniką rozdrabniania. Operacja przesiewania pozwala w prosty sposób otrzymać frakcję o pożądanej granulacji, a także kontrolować wielkość cząstek.

Jedną z metod określania rozkładu wielkości cząstek danego ładunku sypkiego jest **analiza sitowa**. Analiza sitowa polega na rozdzieleniu materiału na frakcje zawierające ziarna o różnej wielkości, poprzez przesiewanie próbki przez zestaw sit, w wyniku czego ziarna o odpowiednich zakresach średnic pozostają na kolejnych sitach (o coraz mniejszych oczkach). Po zważeniu poszczególnych klas ziarnowych określa się ile procent materiału pozostało na każdym sicie w stosunku do całości materiału.

Analizę sitową wykonuje się używając sit o średnicach oczek dobranych odpowiednio do przesiewanego materiału. Próbkę materiału ziarnistego umieszcza się na sitach o znanych rozmiarach i poddaje się wibracji w stosunku do przegrody sitowej. Cząstki o rozmiarach mniejszych od oczka danego sita przechodzą przez nie i spadają na sita o oczkach mniejszych. Część próbki, która przechodzi przez oczka sita to **przesiew**, a część pozostała na sicie to **odsiew**.

Najczęściej stosuje się sita:

- a) blaszane (blacha grubości 3-12 mm) o otworach kwadratowych lub okrągłych, wierconych lub wytłaczanych,
- b) druciane o otworach kwadratowych, wykonane z drutu stalowego, miedzianego i innych,
- c) plecione mieszane/tkane – wykonane z tworzywa sztucznego lub jedwabiu.

Analizę sitową można przeprowadzić 2 metodami:

- na sucho (najczęściej) – dla suchych gruntów, sorbentów i kruszyw nie zawierających grudek gliny lub ziaren oblepionych gliną, cząstek katalizatora, miazgi węglowej, nawozów sztucznych, itp.
- na mokro – dla materiałów zawierających grudki gliny lub ziarna oblepione gliną lub pyłem, a także dla minerałów zawierających duże ilości bardzo drobnych ziaren, które przy przesiewaniu na sucho mogą pylić, ulegać silnemu naelektryzowaniu. Generalnie, Jelnia wielkość ziaren jest niższa od 50 μm .

Stosunek odsiewu na danym sicie do masy próbki to tzw. **względny odsiew**. Sumę względnych odsiewów dla sita j definiuje się następująco:

$$H = \sum_{i=1}^j \frac{\Delta m_i}{m} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^j \Delta m_i \quad (1)$$

Zależność sumy względnych odsiewów od wielkości cząstek (rozmiaru oczka sita) nazywa się **krzywą ziarnową**. Suma względnych przesiewów odpowiada funkcji sumy rozkładu Q_3 przy czym

$$Q_3 = 1 - H \quad (2)$$

Wartości względnych odsiewów można przedstawić w zależności od rozmiarów ziarna, uzyskując histogram. Nie oddaje on w sposób właściwy gęstości rozkładu wielkości ziaren, ponieważ zależy od szerokości danej klasy ziarnowej, czyli różnicy rozmiarów oczek dwóch kolejnych sit. W celu otrzymania funkcji niezależnej od szerokości klasy ziarnowej wprowadza się pojęcie gęstości rozkładu klasy ziarnowej, którą dla danego sita j definiujemy:

$$q_3 = \frac{\Delta m_i}{m \Delta d_{pi}} \quad (3)$$

2. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wykonanie analizy sitowej materiału ziarnistego poddanego mieleniu w młynie kulowym.

3. Metodyka pomiarów

Ćwiczenie należy przeprowadzić w następujący sposób:

- a) zważyć próbkę materiału ziarnistego,
- b) umieścić próbkę na górnym sicie zestawu,
- c) ustawić zadany czas wibracji, a następnie uruchomić wibrator,
- d) po wyłączeniu się wibratora, zważyć odsiewy z każdego sita,
- e) umieścić materiał w młynie kulowym i uruchomić go,
- f) powtórzyć czynności z punktów od a) do d) dla materiału zmielonego.

4. Aparatura pomiarowa

Analizę sitową wykonuje się przy pomocy zestawu sit o następujących danych technicznych:

średnica sita: 200 mm

wysokość sita: 50 mm.

Przesiewacz:

- czas przesiewania: 0 ... 60 minut

- wysokość drgań: 0 ... 3 mm

- średnica oczka siatki

- 45 μm

- 63 μm

- 125 μm

- 250 μm

- 500 μm

- 710 μm

- 1000 μm

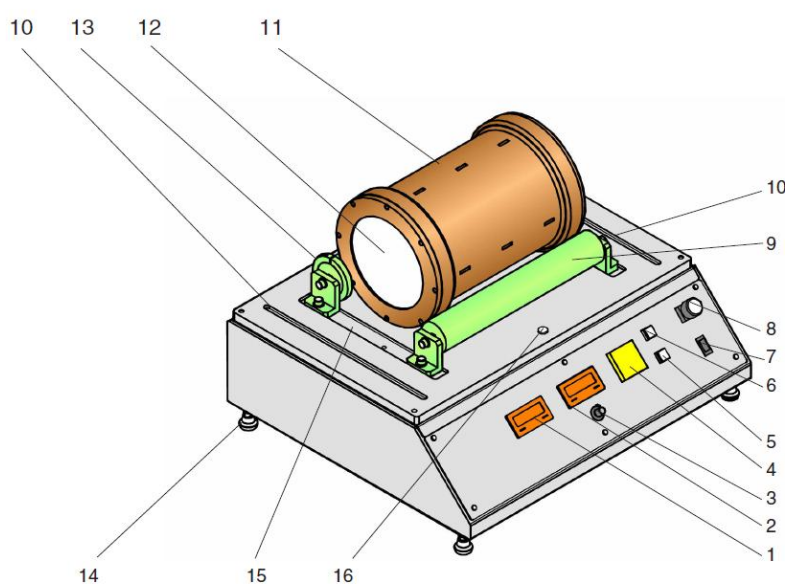
- 1250 μm

- 1600 μm

- 2000 μm

- 4000 μm.

Rozdrobnienie materiału ziarnistego przeprowadza się w młynie kulowym, który przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Młyn kulowy

1 Cyfrowy wyświetlacz zużycia energii w [W]

2 Cyfrowy wyświetlacz prędkości w [1/min]

3 Regulator prędkości dla walca napędowego

4 Minutnik

5 Przycisk OFF

6 Przycisk ON

7 Przełącznik główny

8 Wyłącznik awaryjny

9 Wał napędowy I

10 Miejsce na pokrywę ochronną (nie pokazano)

11 Pojemnik stalowy

12 Okienko kontrolne

13 Wał napędowy II

14 Stopki z regulacją wysokości

15 Prowadnica

16 Poziom skrzynki