

Mathcad 15 – ćwiczenie 3

Podstawy fluidyzacji

Dla zadanych warunków wykonać poniższe polecenia:

1. Przedstawić histogram i skumulowany wykres uziarnienia zbioru cząstek.

Dane z tablicy „rozkład uziarnienia” wprowadzić do Mathcada w postaci macierzy (w kolejności rosnącej średnicy). Pozostałe wielkości można wpisać jako pojedyncze wartości z odpowiednimi nazwami.

W celu wykonania wykresu skumulowanego należy napisać funkcję, która będzie zliczała odpowiednie udziały poszczególnych rozmiarów cząstek (zasada liczenia jest taka jak dla dystrybuanty rozkładu dyskretnego 😊)

2. Obliczyć średni rozmiar cząstki (wg równania poniżej).
3. Obliczyć spadek ciśnienia (równanie Erguna) jako funkcję prędkości gazu oraz średnicy cząstek. Wykonać odpowiednie wykresy.

Obliczyć spadek ciśnienia dla złoża fluidalnego. Sprawdzić dla jakiej prędkości gazu wielkość ta jest równaniu ciśnieniu obliczonemu wg równania Erguna.

4. Obliczyć minimalną oraz terminalną prędkość fluidyzacji dla całego układu. Jak zmieniałyby się ta prędkość, gdyby każdą frakcję rozpatrywać oddzielnie? Wykonać odpowiednie wykresy. Wykorzystać równanie Kaskasa w celu obliczenia współczynnika C_D .

Sprawdzić, czy obliczone u_{mf} jest równe prędkości uzyskanej w punkcie 3.

Specyfikacja układu

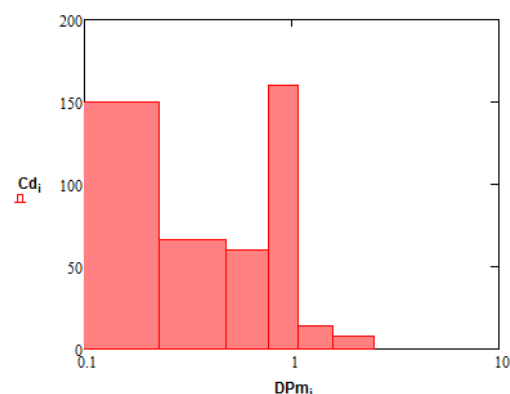
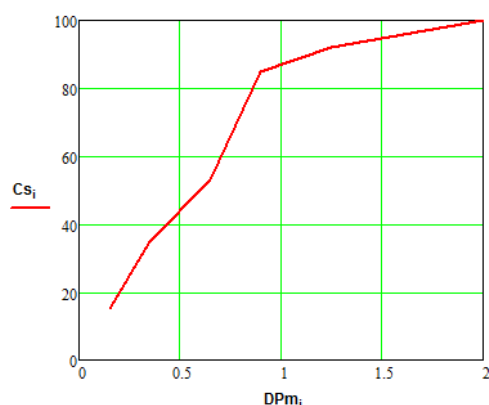
Średnica rury (D_i), m	0,077
Gęstość gazu (ρ_g), kg/m ³	1,25
Lepkość gazu (μ), Pa*s	1,8*10 ⁻⁶
Prędkość gazu (u_g), m/s	12
Gęstość ciała stałego (ρ_s), kg/m ³	1200
Sferyczność Φ_s	0,62
Porowatość ε_m	0,55

Rozkład uziarnienia

Średnica sita, mm	%
0,150	3
0,100	7
0,080	74
0,040	8
0,030	5
0,020	3

Objaśnienia

Ad. 1 Wykresy powinny wyglądać, jak te przykładowe zamieszczone poniżej



Ad. 2

Dla układów dwufazowych gaz-ciało stałe, w przypadku polidispersyjnych próbek materiału stałego, można przyjąć uproszczenie polegające na uśrednieniu wielkości ziaren. Zastępczą średnicę ziaren obliczamy z zależności:

$$\bar{d}_p = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_{p_i}}}$$

Ad. 3

Spadek ciśnienia przy przepływie przez złożę materiału stałego o ustalonej wysokości obliczamy z równania Erguna.

$$\frac{\Delta P}{L} = 150 \frac{(1 - \varepsilon_m)^2}{\varepsilon_m^3} \frac{\mu u_g}{(\phi_s d_p)^2} + 1,75 \frac{1 - \varepsilon_m}{\varepsilon_m^3} \frac{\rho_g u_g^2}{\phi_s d_p}$$

$$\Delta P_{\text{złozca}} = L(1 - \varepsilon_{mf})(\rho_s - \rho_g)g$$

Ad. 4

Minimalna prędkość fluidyzacji:

$$Re_{mf} = (33,7^2 + 0,0408Ar)^{0,5} - 33,7$$

Prędkość terminalna:

Równanie Kaskasa (Cd – współczynnik unoszenia)

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{4}{\sqrt{Re}} + 0,4$$

Obliczenia liczby Reynoldsa dla prędkości terminalnej (rozwiązanie równania)

$$C_D Re_t^2 = \frac{4}{3} Ar$$

Dla podpunktu 4 należy stworzyć funkcje pozwalające na prędkości fluidyzacji dla dowolnie zadanej średnicy ziarna, czyli: $u_{mf}(d_p)$ oraz $u_t(d_p)$.

Definicje liczb bezwymiarowych:

$$Re = \frac{\rho u_g d_p}{\mu}$$

$$Ar = \frac{g d_p^3 \rho_g (\rho_s - \rho_g)}{\mu^2}$$

Prędkości u_{mf} oraz u_t obliczamy wykorzystując liczbę Reynoldsa odpowiadającą odpowiedniej prędkości gazu (= musimy obliczyć DWIE różne liczby Reynoldsa, jedną dla warunków u_{mf} , drugą dla warunków u_t !!!)