

2 SITO VÁ ANALÝZA PARTIKULÁRNYCH LÁTOK

CIEĽ LABORATÓRNEHO CVIČENIA

Cieľom laboratórneho cvičenia je zistiť frakčné zloženie vzorky partikulárnych látok pomocou sitovej analýzy.

ÚLOHY LABORATÓRNEHO CVIČENIA

- Stanovenie frakčného zloženia vzorky partikulárnej látky

TEORETICKÝ ÚVOD

FRAKČNÉ ZLOŽENIE PARTIKULÁRNYCH LÁTOK

Vo väčšine prípadov je partikulárna látka polydisperznou sústavou, pozostávajúcou z častíc rôznej veľkosti a tvaru. Veľkosť môže byť rôzna a tak isto aj počet častíc jednej veľkosti v partikulárnej látke môže byť rôzny.

Na to, aby sa zistilo, aký počet častíc určitého rozmeru sa nachádza v partikulárnej látke, by bolo potrebné ich zmerať a spočítať, napr. pod mikroskopom. Je to pochopiteľne spôsob, ktorý nie je prakticky realizovateľný. Preto sa hľadali iné spôsoby, ako charakterizovať početnosť jednotlivých častíc v partikulárnej látke.

V tejto súvislosti je vhodné najprv zadefinovať niekoľko základných pojmov.

FRAKCIA

Je skupina častíc, ktorých priemer d_{vi} leží v intervale veľkosti $\langle d_{vi}; d_{vi} + \Delta d_{vi} \rangle$.

POČETNOSŤ FRAKCIE

Je to počet častíc n_i alebo spoločná hmotnosť $\sum m_{si}$ častíc z intervalu veľkosti $\langle d_{vi}; d_{vi} + \Delta d_{vi} \rangle$.

RELATÍVNA POČETNOSŤ FRAKCIE

Je početnosť frakcie vzťahovaná na objem uvažovaného štatistického kolektívu, teda k celkovému počtu častíc, alebo k ich celkovej hmotnosti.

***i*-TA FRAKCIA**

Je to skupina častíc o hmotnosti $\sum m_{si}$ častíc z intervalu veľkosti $\langle d_{vi}; d_{vi} + \Delta d_{vi} \rangle$.

EKVIVALENTNÝ PRIEMER

Každá frakcia je charakterizovaná hraničnými hodnotami ekvivalentných priemerov $d_{vi \min}$, $d_{vi \max}$, ktoré zodpovedajú hraniciam intervalu $\langle d_{vi}; d_{vi} + \Delta d_{vi} \rangle$ a tzv. frakčným priemerom.

FRAKČNÝ PRIEMER

Definuje sa ním priemer častice, ktorá reprezentuje interval veľkosti $\langle d_{vi}; d_{vi} + \Delta d_{vi} \rangle$:

- geometrický

$$D_{vi} = \sqrt{d_{vi \min} \cdot d_{vi \max}} \quad (2.1)$$

kde

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

D_{vi}	- geometrický frakčný priemer i -tej frakcie	(m)
$d_{vi \min}$	- minimálny ekvivalentný priemer i -tej frakcie	(m)
$d_{vi \max}$	- maximálny ekvivalentný priemer i -tej frakcie	(m)

- aritmetický

$$D_{vi} = \frac{d_{vi \min} + d_{vi \max}}{2} \quad (2.2)$$

Každú frakciu je potrebné okrem toho ešte charakterizovať štatistickými metódami, charakterizujúcimi výskyt tvarov častíc alebo výskytom tvarových súčiniteľov.

i -TY PREPAD

Zodpovedá určitému frakčnému priemeru, napr. D_{vi} . Pod pojmom i -ty prepád sa rozumie tá časť hmotnosti m_{i+1} z celkovej hmotnosti partikulárnej látky m_{1c} , ktorá prepadne cez otvory i -tého sita a zachytí sa na site, ktoré je umiestnené pod týmto sitom (sito $i + 1$)

$$d_i = \frac{m_{i+1}}{m_{1c}} \quad (2.3)$$

kde

d_i	- relatívny prepád i -teho sita	(1)
m_{i+1}	- hmotnosť partikulárnej látky zachytená na site $i + 1$	(kg)
m_{1c}	- celková hmotnosť partikulárnej látky	(kg)

ÚHRNNÝ PREPAD

Úhrnný prepád D_i je definovaný ako suma všetkých hmotností, ktoré prepadnú cez i -te sito.

$$D_i = d_i + d_{i+1} + \dots + d_j + \dots + d_k = \sum_{j=i}^k d_j \quad (2.4)$$

a zodpovedá maximálnemu ekvivalentnému priemeru v $i + 1$ frakcii.

i -TY ZVYŠOK

Pod pojmom i -ty zvyšok sa rozumie tá časť hmotnosti m_i z celkovej hmotnosti partikulárnej látky m_{1c} , ktorá ostane na i -tom site.

$$r_i = \frac{m_i}{m_{1c}} \quad (2.5)$$

kde

r_i	- relatívny zvyšok na i -tom site	(1)
m_i	- hmotnosť partikulárnej látky na i -tom site	(kg)

ÚHRNNÝ ZVYŠOK

Úhrnný zvyšok R_i je definovaný ako suma všetkých hmotností, ktoré neprepadnú cez i -te sito

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

$$R_i = r_1 + r_2 + \dots + r_j + \dots + r_i = \sum_{j=1}^i r_j \quad (2.6)$$

Pre úhrnný zvyšok R_i a prepád D_i platí

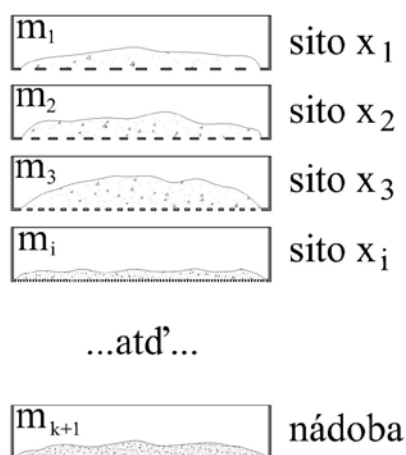
$$R_i + D_i = 1 \quad (2.7)$$

SITOVÁ ANALÝZA

Polydisperzita bežných partikulárnych látok sa najjednoduchšie zisťuje sitovou analýzou, kedy je možné postupovať nasledujúcim spôsobom:

1. vyberie sa reprezentatívna vzorka z partikulárnej látky,
2. roztriedi sa na $k + 1$ skupín s hmotnosťami $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_{k+1}$ o celkovej hmotnosti m_{1c} (napr. sitovou analýzou) tak, aby i -tá skupina častíc, resp. i -tá časť obsahovala len častice patriace do určitého intervalu veľkosti $\langle d_{vi}; d_{vi} + \Delta d_{vi} \rangle$. Pre takto rozdelené častice platí:

$$m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_{k+1} = m_{1c} \quad (2.8)$$



Obr. 2.1 Zostava sít pre stanovenie distribúcie veľkosti častíc

$$x_1 > x_2 > x_3 > x_i > x_{k+1}$$

3. odvážia sa hmotnosti práškoveho materiálu na jednotlivých sitách, tieto hodnoty sa zapíšu do tabuľky 2.1, kde:

- za x_i sa dosadí veľkosť oka sita

- $d_{vi \min}, d_{vi \max}$ je hraničná veľkosť častíc na i -tom site, teda sú to častice, ktoré už neprepadnú cez i -te sito, ale prepadnú cez sito $i - 1$, teda $d_{vi \min} = x_i$ a $d_{vi \max} = x_{i-1}$,

4. vypočítajú sa ekvivalentné priemery D_{vi} ,

5. vypočíta sa d_i, r_i, D_i a R_i ,

6. zostrojí sa grafické zobrazenie funkčných závislostí:

$$d_i = f(D_{vi}) \quad (2.9)$$

$$r_i = f(D_{vi}) \quad (2.10)$$

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

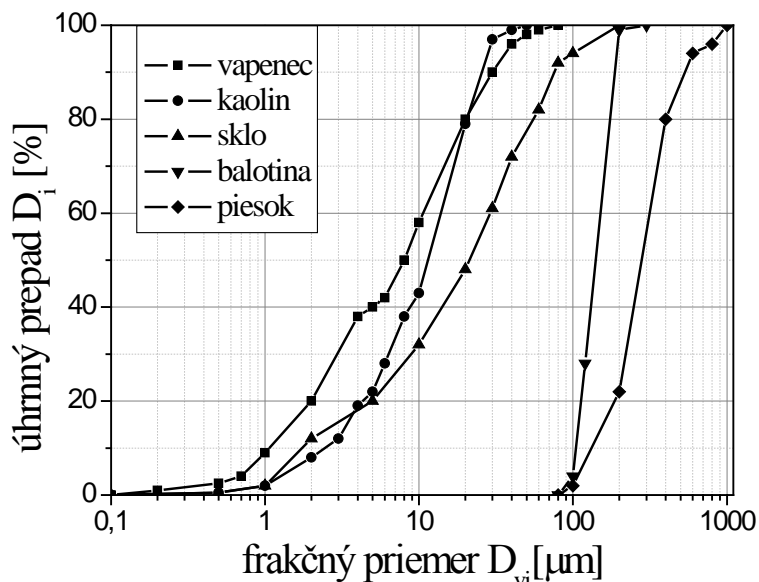
$$D_i = f(D_{vi}) \quad (2.11)$$

$$R_i = f(D_{vi}) \quad (2.12)$$

Tabuľka 2.1 Frakčné zloženie partikulárnej látky zistené sitovaním

veľkosť oka sita	hmotnosť na site po triedení	interval veľkosti častíc na site	ekvivalentný priemer	prepad na i -tom site	zvyšok na i -tom site	úhrnný prepad	úhrnný zvyšok
x_1	m_1	$d_{v1min} - d_{v1max}$	D_{v1}	$d_1 = \frac{m_2}{m_{1c}}$	$r_1 = \frac{m_1}{m_{1c}}$	$D_1 = \frac{m_2}{m_{1c}} + \frac{m_3}{m_{1c}} + \dots$	$R_1 = \frac{m_1}{m_{1c}}$
x_2	m_2	$d_{v2min} - d_{v2max}$	D_{v2}	$d_2 = \frac{m_3}{m_{1c}}$	$r_2 = \frac{m_2}{m_{1c}}$	$D_2 = \frac{m_3}{m_{1c}} + \frac{m_4}{m_{1c}} + \dots$	$R_2 = \frac{m_1}{m_{1c}} + \frac{m_2}{m_{1c}}$
x_3	m_3	$d_{v3min} - d_{v3max}$	D_{v3}	$d_3 = \frac{m_4}{m_{1c}}$	$r_3 = \frac{m_3}{m_{1c}}$	$D_3 = \frac{m_4}{m_{1c}} + \frac{m_5}{m_{1c}} + \dots$	$R_3 = \frac{m_1}{m_{1c}} + \frac{m_2}{m_{1c}} + \frac{m_3}{m_{1c}}$
x_i	m_i	$d_{vimin} - d_{vimax}$	D_{vi}	$d_i = \frac{m_{i+1}}{m_{1c}}$	$r_i = \frac{m_i}{m_{1c}}$	$D_i = \frac{m_i}{m_{1c}} + \frac{m_{i+1}}{m_{1c}} + \dots$	$R_i = \frac{m_1}{m_{1c}} + \frac{m_2}{m_{1c}} + \frac{m_3}{m_{1c}} + \frac{m_i}{m_{1c}}$
.....
.....
-	m_{k+1}	$d_{vk+1min} - d_{vk+1max}$	D_{vk+1}	-	$r_{k+1} = \frac{m_{k+1}}{m_{1c}}$	-	$R_{k+1} = \frac{m_1}{m_{1c}} + \dots + \frac{m_{k+1}}{m_{1c}}$
	m_{1c}						

Na nasledujúcom obrázku je uvedený príklad frakčného zloženia vápenca, kaolínu, piesku, mletého skla a sklennej balotiny, ktoré je zobrazené prostredníctvom kriviek úhrnného prepadu.



Obr. 2.2 Krivky frakčného zloženia rôznych partikulárnych látok

Moderným zariadením, ktorým možno získať krivky frakčného zloženia partikulárnych látok, je napr. laserový analyzátor. Príklad takto získanej krivky frakčného zloženia je obrázku 2.3.

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

FRITSCH PARTICLE SIZER ANALYSETTE 22

317 05-16-2001 09:34 FA.FRITSCH UserID LAB/22 SerNo. SN3165

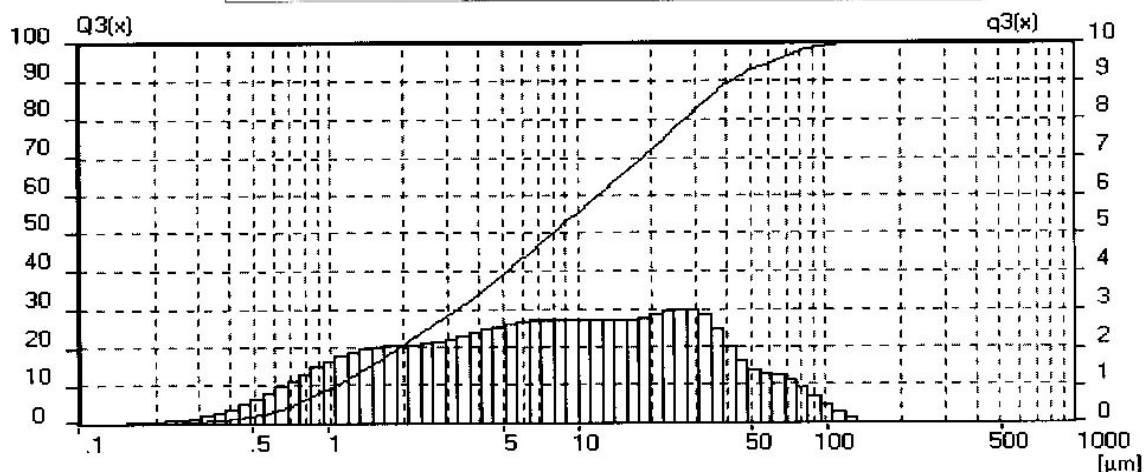
CASTICE -Ing. FEKETE
'bielosede, 16.5.2001
'voda+detergent
'Meral: Doc. Ing. Alojz Cernansky,CSc. STU SjF KCHSZ Bratislava

Measuring Range 0.10 [µm] - 176.75 [µm] Pump 75 [rpm]
Resolution 62 Channels (9 mm / 67 mm) Stirrer 75 [rpm]
Absorption 12.00 [%] Ultrasonic 100
Measurement Duration 30 [Scans]

Modell Independant
Fraunhofer Calculation selected.

Interpolation Values... C:\A22\FRITSCH\PREROV1.FPS		
9.02 % < 1.00 µm	15.61 % < 1.50 µm	20.76 % < 2.00 µm
28.30 % < 3.00 µm	34.11 % < 4.00 µm	43.20 % < 6.00 µm
50.08 % < 8.00 µm	59.79 % < 12.00 µm	66.67 % < 16.00 µm
76.72 % < 24.00 µm	84.27 % < 32.00 µm	92.23 % < 48.00 µm
95.63 % < 64.00 µm	99.12 % < 96.00 µm	99.94 % < 128.00 µm
***** % < 192.00 µm	***** % < 200.00 µm	

Interpolation Values... C:\A22\FRITSCH\1.FPV		
5.00 % < 0.72 µm	10.00 % < 1.07 µm	15.00 % < 1.45 µm
20.00 % < 1.92 µm	25.00 % < 2.52 µm	30.00 % < 3.27 µm
35.00 % < 4.17 µm	40.00 % < 5.22 µm	45.00 % < 6.47 µm
50.00 % < 7.98 µm	55.00 % < 9.82 µm	60.00 % < 12.10 µm
65.00 % < 14.93 µm	70.00 % < 18.38 µm	75.00 % < 22.45 µm
80.00 % < 27.17 µm	85.00 % < 32.96 µm	90.00 % < 41.59 µm
95.00 % < 60.38 µm	99.00 % < 93.98 µm	99.50 % < 105.06 µm
99.98 % < 131.70 µm	100.00 % < 149.53 µm	



Obr. 2.2 Protokol a krivky frakčného zloženia partikulárnej látky, získané z laserového analyzátora častíc

LABORATÓRNE CVIČENIE

STANOVENIE FRAKČNÉHO ZLOŽENIA VZORKY PARTIKULÁRNEJ LÁTKY

Použitý materiál:

- vzorka polydisperznej partikulárnej látky

Prístroje a pomôcky:

- striasacie zariadenie
- váhy
- sitá s rôznymi veľkosťami ôk
- lopatka

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

Postup práce:

Zostavte sitá s danou veľkosťou oka podľa vybranej vzorky partikulárnej látky. Na najvyššie sito nasypťte vzorku partikulárnej látky a uzavrite vekom. Sitá uľožíte na striasacie zariadenie a uchyťte v stojane. Nastavte intenzitu a impulz striasania a nechajte striasať. Po ukončení striasania zaznamenajte hmotnosti jednotlivých frakcií a zostavte tabuľku podľa tabuľky 2.1. Zo získaných údajov graficky spracujte rovnice (2.11) a (2.12) do jedného grafu pre danú vzorku partikulárnej látky.

ZÁVER