

# 1 MERANIE VLASTNOSTÍ PARTIKULÁRNYCH LÁTOK

## CIEĽ LABORATÓRNEHO CVIČENIA

Cieľom laboratórneho cvičenia je namerať hustotu, objemovú hmotnosť, pórovitosť a vlhkosť partikulárnej látky.

## ÚLOHY LABORATÓRNEHO CVIČENIA

- Stanovenie hustoty partikulárnej látky pyknometrickou metódou
- Stanovenie objemovej hmotnosti partikulárnej látky
- Stanovenie pórovitosti partikulárnej látky porozimetrom a porovnanie s teoreticky vypočítanou hodnotou
- Stanovenie vlhkosti partikulárnej látky

## TEORETICKÝ ÚVOD

Partikulárnu látku možno charakterizovať ako viacfázový systém, ktorý je založený zo vzájomne sa dotýkajúcich častíc tuhej, kvapalnej a plynnej fázy. O partikulárnej látke možno hovoriť vtedy, ak objem najväčších častíc vyskytujúcich sa v látke je zanedbateľný oproti celkovému objemu látky.

Hustota partikulárnej látky je definovaná ako pomer hmotnosti tuhej fázy partikulárnej látky k jej objemu:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (1.1)$$

kde

$\rho_s$	- hustota materiálu partikulárnej látky	(kg·m <sup>-3</sup> )
$m_s$	- hmotnosť tuhej fázy	(kg)
$V_s$	- objem tuhej fázy	(m <sup>3</sup> )

Objemová hmotnosť partikulárnej látky je definovaná vzťahom:

$$\rho_{PL} = \frac{m_s + m_l + m_g}{V_{PL}} \quad (1.2)$$

kde

$\rho_{PL}$	- hustota materiálu partikulárnej látky	(kg·m <sup>-3</sup> )
$V_{PL}$	- objem partikulárnej látky	(m <sup>3</sup> )
$m_l$	- hmotnosť kvapalnej fázy	(kg)
$m_g$	- hmotnosť plynnej fázy	(kg)

Pórovitosť častíc partikulárnej látky je tvorená povrchovými alebo vnútornými pórmí. Vzájomné prepojenie medzi hustotou tuhých častíc partikulárnej látky a objemovou hustotou partikulárnej látky definuje vzťah:

## LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

$$\rho_{PL} = \rho_s(1 - \varepsilon) \quad (1.3)$$

kde

$$\varepsilon \quad - \quad \text{pórovitosť partikulárnej látky} \quad (1)$$

Pod pojmom vlhkosť partikulárnej látky sa uvažuje absolútna hmotnostná koncentrácia kvapalnej fázy v sústave:

$$w = \frac{m_l}{m_s + m_l} \quad (1.4)$$

kde

$$w \quad - \quad \text{vlhkosť partikulárnej látky} \quad (1)$$

## LABORATÓRNE CVIČENIE

### STANOVENIE HUSTOTY PARTIKULÁRNEJ LÁTKY PYKNOMETRICKOU METÓDOU

Použitý materiál:

- vzorky partikulárnej látky
- destilovaná voda

Prístroje a pomôcky:

- váhy
- laboratórne sklo (pyknometer, lievnik, odmerné banky, lyžička)

Postup práce:

Zvážte prázdny pyknometer a zaznamenajte jeho hmotnosť  $m_1$ . Pyknometer naplňte destilovanou vodou, nasadíte zátku pyknometra a prebytočnú kvapalinu opatrne utrite. Odvážte pyknometer naplnený destilovanou vodou, čím získate hmotnosť  $m_2$ . Odhadom odlejte z pyknometra asi 2/3 objemu destilovanej vody a odvážte ho ( $m_3$ ). Približne do dvoch tretín doplňte pyknometer partikulárnou látkou, uzatvorte ho a opatrne zamiešajte, aby sa partikulárna látka dobre zmáčala a klesla pod hladinu. Zvážte pyknometer, čím získate hmotnosť  $m_4$ . Doplňte pyknometer destilovanou vodou až po vrch, uzavrite ho, prebytočnú kvapalinu opatrne utrite a vážením získate hmotnosť  $m_5$ .

Výpočty:

Hmotnosť partikulárnej látky v pyknometri  $m_{PL}$  získame zo vzťahu:

$$m_{PL} = m_4 - m_3 \quad (1.5)$$

Hmotnosť kvapaliny  $m_k$  rovnakého objemu ako objem látky v pyknometri je daná rozdielom hmotnosti kvapaliny v pyknometri a kvapaliny vytlačenej látkou:

$$m_k = m_2 - (m_5 - m_{PL}) \quad (1.6)$$

Hustota častíc partikulárnej látky sa získa zo vzťahu:

## LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTKY

$$\rho_s = \frac{m_{PL}}{m_k} (\rho_k - \rho_g) + \rho_g \quad (1.7)$$

kde

- |          |   |                        |
|----------|---|------------------------|
| $\rho_k$ | - hustota kvapaliny (destilovanej vody) | (kg. m <sup>-3</sup> ) |
| $\rho_g$ | - hustota vzduchu                       | (kg. m <sup>-3</sup> ) |

Podľa vzorca (X.7) sa získa presná hustota - uvažuje sa totiž so vztlakom vzduchu. Pri stanovení hustoty zrnitých látok a kvapalín sa hustota vzduchu môže v tomto vzťahu zanedbať.

### STANOVENIE OBJEMOVEJ HMOTNOSTI PARTIKULÁRNEJ LÁTKY

Použitý materiál:

- vzorky partikulárnej látky

Prístroje a pomôcky:

- váhy
- laboratórne sklo (odmerný valec, lievnik, lyžička)

Postup práce:

Zvážte prázdny odmerný valec a zaznamenajte jeho hmotnosť  $m_6$ . Partikulárnu látku opatrne nasypete do odmerného valca s presne definovaným objemom  $V_{PL2}$ . Zvážte odmerný valec naplnený partikulárnou látkou, čím získate hmotnosť  $m_7$ .

Výpočty:

Hmotnosť partikulárnej látky v odmernom valci  $m_{PL2}$  sa získa zo vzťahu:

$$m_{PL2} = m_7 - m_6 \quad (1.8)$$

Objemová hmotnosť partikulárnej látky sa získa zo vzťahu:

$$\rho_{PL} = \frac{m_{PL2}}{V_{PL2}} \quad (1.9)$$

### STANOVENIE PÓROVITOSTI PARTIKULÁRNEJ LÁTKY POROZIMETROM A POROVNANIE S TEORETICKY VYPOČÍTANOU HODNOTOU

Použitý materiál:

- vzorky partikulárnej látky

Prístroje a pomôcky:

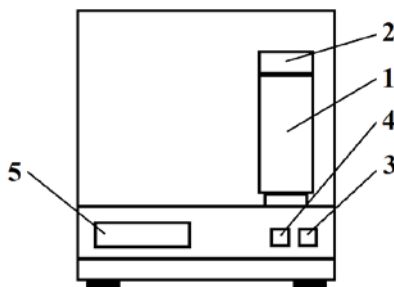
- váhy
- laboratórne sklo (odmerný valec, lievnik, lyžička)

Opis aparatury:

Na stanovenie pórovitosti materiálu sa použije porozimeter Blain M-2, ktorý využíva na stanovenie hľadanej veličiny metódu priepustnosti vzduchu pórovitou vrstvou (Air Permeability Method). Táto metóda vychádza z pozorovania času potrebného na

## LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

prejdenie vzduchu cez pórovitú vrstvu partikulárnej látky. Schéma porozimetra je na obrázku 1.1.



Obr. 1.1 Schéma porozimetra Blain M-2

- 1 - dutý valec na vzorku partikulárnej látky, 2 - závažie na konsolidáciu partikulárnej látky,  
3 - tlačidlo zapnutia a vypnutia prístroja, 4 - tlačidlo spustenia merania,  
5 - displej zaznamenávajúci čas potrebný na prejdenie vzduchu cez pórovitú vrstvu

Postup práce:

Vezmite dutý valec na vzorku partikulárnej látky (obr. 1.1 - pozícia 1) a vložte na dno perforovaný plech na rovnomernú distribúciu vzduchu. Na tento kotúč umiestnite filtračný papier s rovnakým priemerom ako má perforovaný plech. Nasypťte vzorku partikulárnej látky s hmotnosťou:

$$m_g = 0,5 \rho_s V \quad (1.10)$$

kde  $V$  je celkový objem dutého valca, ktorý ma hodnotu  $54,5 \text{ cm}^3$ . Na vzorku partikulárnej látky položte druhý filtračný papier a pomocou závažia na konsolidáciu vykonajte konsolidáciu. Takto zhotovenú vzorku nasadte valec na nátrubok prístroja Blain M-2. Zapnite prístroj pomocou tlačidla (obr. 1.1 - pozícia 3) a spustíte pomocou tlačidla merania (obr. 1.1 - pozícia 4). Po chvíli sa spustí časomera, ktorá sa automaticky po domeraní vypne. Na displeji prístroja (obr. 1.1 - pozícia 5) odčítajte čas potrebný na prechod vzduchu cez pórovitú vrstvu. Postup merania času zopakujte trikrát a vypočítajte priemernú hodnotu času.

Výpočty:

Výpočet pórovitosti vychádza zo vzťahu:

$$S = \frac{K}{\rho_s} \frac{\sqrt{\varepsilon^3}}{(1 - \varepsilon)} \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{0,1 \eta}} \quad (1.11)$$

kde

$S$	- špecifický povrch partikulárnej látky	$(\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1})$
$K$	- konštanta prístroja	$(\text{kg}^{1/2} \cdot \text{m}^{-3/2} \cdot \text{s}^{-1})$
$t$	- čas	$(\text{s})$
$\eta$	- viskozita vzduchu	$(\text{Pa} \cdot \text{s})$

Jediná neznáma vo vzťahu (1.11) je práve hľadaná pórovitosť, keďže špecifický povrch  $S$  je pre danú partikulárnu látku známy ako je konštanta prístroja  $K$ . Viskozita vzduchu v závislosti od teploty je uvedená v tabuľke 1.1.

## LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

Teplota $T$ (°C)	Viskozita vzduchu $\eta$ (Pa.s)	$\sqrt{0,1 \eta}$ (Pa <sup>-1/2</sup> .s <sup>-1/2</sup> )
16	0,00001800	0,001342
17	0,00001805	0,001344
18	0,00001810	0,001345
19	0,00001815	0,001347
20	0,00001919	0,001349
21	0,00001824	0,001351
22	0,00001829	0,001353
23	0,00001834	0,001354
24	0,00001839	0,001356

Nameranú hodnotu pórovitosti zo vzťahu (1.11) porovnajete s teoretickou hodnotou vypočítanou zo vzťahu (1.3).

### STANOVENIE VLHKOSTI PARTIKULÁRNEJ LÁTKY

Použitý materiál:

- vzorky partikulárnej látky

Prístroje a pomôcky:

- váhy
- sušiareň
- laboratórne sklo (misky, lyžička)

Postup práce:

Zvážte prázdnu misku ( $m_9$ ), na ktorú vložíte vzorku vlhkej partikulárnej látky. Misku so vzorkou zvážte ( $m_{10}$ ) a dajte do sušiarne. Sušte vzorku pri teplote 105 °C a priebežne vážte. Ak sa hmotnosť vzorky už nemení aj pri ďalšom sušení, vypnite sušiareň a zaznamenajte čas sušenia. Zvážte misku so vzorkou vysušenej partikulárnej látky ( $m_{11}$ ).

Výpočty:

Hmotnosť tuhej fázy (sušiny)  $m_s$  dostanete zo vzťahu:

$$m_s = m_{11} - m_9 \quad (1.12)$$

Hmotnosť kvapaliny  $m_l$ , ktorá sa odparila pri sušení, získate:

$$m_l = m_{10} - m_{11} \quad (1.13)$$

Výslednú vlhkosť vzorky partikulárnej látky pred sušením získame zo vzťahu (1.4).

### ZÁVER