

LEVEGŐTISZTASÁG-VÉDELEM (BME GEÁT 3073)

1. zárthelyihez gyakorló példasor

(Poros gázok tisztítása tárgy rész előadója: Suda J. M.)

1 AZ AEROSZOLOK ÉS JELLEMZÉSÜK

- 1.1 Mit tud az aeroszoloiról? Ismertesse az aeroszokok fajtáit! Mit jelent, ha egy szemcsehalmaz kvázistabil eloszlású?
- 1.2 Milyen egyenértékű átmérő típusokat ismer? Mit tud a különböző geometriai egyenértékű átmérőkről?
- 1.3. Milyen egyenértékű átmérő típusokat ismer? Mit jelent az aerodinamikai egyenértékűség?
- 1.4 Ismertesse a porszemcsék átlagos relatív távolságának meghatározására használt egyszerű modellt! Számítsa ki, hogy $c_p=10g/m^3$ porkoncentrációjú poros gázban egymástól milyen távolságban helyezkednek el átlagosan egy monodiszperz szemcsehalmaz $5\mu m$ átmérőjű és $\rho_p=2500kg/m^3$ sűrűségű porszemcséi!

2 A SZEMCSEHALMAZOK JELLEMZÉSE

- 2.1 Mit fejez ki egy szemcsehalmaz darabszám szerinti eloszlás $Q_0(x)$ gyűjtőfüggvénye és $q_0(x)$ sűrűségfüggvénye? Ismertesse ez utóbbi függvény fő jellemzőit és alkalmazási lehetőségét! Magyarozatához készítsen vázlatrajzot!
- 2.2 Hogyan határozhatók meg egy szemcsehalmaz $q_0(x)$ darabszám szerinti sűrűségfüggvénye ismeretében a darabszám-, felület- és térfogat- (vagy tömeg-) szerinti átlagos átmérők? ($\bar{x}_0, \bar{x}_2, \bar{x}_3$)
- 2.3 Egy $N_0=100db$ szemcséből álló szemcsehalmazt szitalunk az alábbi szitalyuk-átmérőkkel jellemzett szitasorral.

szita lyukátmérő x_i [μm]	0	2	4	6	8	10
adott szitán áteső szemcsék darabszáma	0	4	32	66	98	100

- Rajzolja fel a szemcsehalmaz darabszám szerinti eloszlását! Számítsa ki és rajzolja fel a darabszám szerinti eloszlás $Q_0(x)$ gyűjtőfüggvényét és $q_0(x)$ sűrűségfüggvényét! Számolja ki a teljes szemcsehalmazra vonatkozó darabszám szerinti \bar{x}_0 és a tömeg szerinti \bar{x}_3 átlagos átmérőket! (Az adott szitanyerőn fennmaradó szemcsék átlagos átmérőjének a számtani középérték vehető, pl. $\Delta x=2\div 4\mu m$ intervallumban: $\bar{x}_i = 3\mu m$)
- 2.4 Mi mondható el egy szemcsehalmaz $q_0(x)$ darabszám szerinti sűrűségfüggvénye ismeretében meghatározott darabszám-, felület- és térfogat- (vagy tömeg-) szerinti átlagos átmérőkre ($\bar{x}_0, \bar{x}_2, \bar{x}_3$) vonatkozóan monodiszperz ill. polidiszperz szemcsehalmaz esetén?

3 PORSZEMCSÉKET TARTALMAZÓ KÖZEG ÁRAMLÁSA (SZEMCSEDINAMIKA)

- 3.1. Írja fel a levegőben, a Föld nehézségi erőterében egyenletes sebességgel süllyedő, gömb alakú porszemcsére vonatkozó mozgásegyenletet, majd fejezze ki ebből a szemcse süllyedési sebességét! Számítsa ki a süllyedési sebességet a következő adatok mellett: $\rho_{lev}=1,2kg/m^3$, $\mu_{lev}=18\cdot 10^{-6} kg/m\cdot s$, $g=9,81m/s^2$, $\rho_{por}=2400kg/m^3$, szemcseátmérő: $x=1\mu m$. Mekkora (pl. %-ban kifejezett) eltérést okoz a süllyedési sebesség számértékében, ha a szemcsére ható felhajtóerőt elhanyagoljuk a számítás során?
- 3.2 Mekkora egy gömb alakú, $20\mu m$ átmérőjű, $\rho_p=2000kg/m^3$ sűrűségű porszemcse süllyedési sebessége $\rho_{lev}=1,2kg/m^3$ sűrűségű, $\mu_{lev}=15\cdot 10^{-6} kg/(m\cdot s)$ dinamikai viszkozitású levegőben, a Föld nehézségi erőterében, ahol $g=9,81m/s^2$?
- 3.3 Mekkora egy gömb alakú, $200\mu m$ átmérőjű, $\rho_p=2750kg/m^3$ sűrűségű homokszemcse süllyedési sebessége $\rho=850kg/m^3$ sűrűségű, $\mu=0,012 kg/(m\cdot s)$ dinamikai viszkozitású folyadékban (pl. olajban), a Föld nehézségi erőterében, ahol $g=9,81m/s^2$?
- 3.4 Mit tud a gázhoz képest w relatív sebességgel mozgó szemcsére ható Stokes-féle ellenállásról ill. ellenállástényezőiről?
- 3.5 Írja fel a szemcsedinamika alapegyenletét! Dimenziótlantítás után a porszemcse mozgásegyenletében bevezetett ún. Ψ tehetetlenségi paraméter ($0\div \infty$) értékei alapján mit tud elmondani a gázban porszemcse pályáról?

4 TÖMEG SZERINTI ELOSZLÁS GYŰJTŐFÜGGVÉNYÉNEK MEGHATÁROZÁSA SZEDIMENTÁLÁSSAL

- 4.1 Ismertesse a szemcsehalmaz $Q_3(x)$ tömeg szerinti gyűjtőfüggvényének szedimentálással való meghatározását!

5 A POR EMISSZIÓ MÉRÉSE VEZETÉKBEN ÁRAMLÓ KÖZEGBEN

- 5.1 Jellemezze a porkoncentráció mérésére használatos közvetett és közvetlen módszereket! Leírásában térjen ki röviden a módszerek előnyeire és hátrányaira!
- 5.2 Ismertesse az áramló gázokban lévő por koncentrációjának mintavételezésen alapuló mérésére alkalmazott berendezés fő részeit és működését! Milyen feltételek mellett alkalmazzuk azt? Mit jelent a reprezentatív mintavételezés?
- 5.3 Egy légtechnikai vezetékben felvett mérési keresztmetszet adott pontjában, a keresztmetszetre merőlegesen áramló gázból 30mm átmérőjű, vékonyfalú leszívócsonkkal veszünk 4 percig gázmintát. A leszívott gáz térfogata $V_g=2.375\text{m}^3$. Határozza meg az adott mérési pontban az áramló gáz sebességét, ha a fő-gázáramra vonatkozóan reprezentatív mintavételezést végeztünk!
- 5.4 Egy légtechnikai vezetékben felvett mérési keresztmetszet adott pontjában, a keresztmetszetre merőlegesen 10m/s sebességgel áramló gázból 20mm átmérőjű, vékonyfalú leszívócsonkkal veszünk 3 percig gázmintát. Határozza meg az adott pontban leszívott gáz V_g térfogatát, ha a fő-gázáramra vonatkozóan reprezentatív gázmintát kívánunk leszívni!
- 5.5 Egy vezetékben poros gáz áramlik. Porkoncentráció mérést végzünk mintavételezéses eljárással. A helyi sebességnél 15%-al nagyobb elszívási sebességet alkalmaztunk. Határozza meg mintavételezés során a koncentráció mérés szempontjából elkövetett maximális hiba %-os mértékét!
- 5.6 Egy vezetékben poros gáz áramlik. Porkoncentráció mérést végzünk mintavételezéses eljárással. Azt tapasztaljuk, hogy a helyi, mérendő valós porkoncentráció értékhez képest maximum 25%-al nagyobb a mintavételezés során mért porkoncentráció érték. Határozza meg, hogy a helyi sebességnél hány %-al tért el a mintavételezési sebesség!

7 A POR LEVÁLASZTÁSA GÁZOKBÓL

- 7.1 Írjon fel egy általános leválasztóra vonatkozó mennyiségi mérleget, majd definiálja az összleválasztási és összáteresztési fokot!
- 7.2 Jellemezze az ideális és a valós leválasztókat a leválasztás élessége tekintetében, ha ismertek a nyersgáz- és tisztagáz-oldali, illetve a leválasztott por szemcseméret eloszlás tömeg szerinti $q_3(x)$ sűrűségfüggvényei!
- 7.3 Rajzoljon fel egy valós leválasztóra vonatkozó $\eta(x)$ frakcióleválasztási fok görbét, ha ismertek a nyersgáz- és a tisztagáz-oldali, illetve a leválasztott por szemcseméret eloszlás tömeg szerinti $q_3(x)$ sűrűségfüggvényei!
- 7.4 Adott egy leválasztó berendezés, melybe beáramló nyersgázban lévő por tömegárama 200g/s . A berendezéssel leválasztott portömeg másodpercenként 160g . Határozza meg a leválasztóra jellemző összleválasztási fok és összáteresztési fok értékét! Ha ezt a leválasztót sorba kapcsoljuk egy második leválasztóval, melyre jellemző összleválasztási fok 99%, akkor hányszorosára változik az együttes leválasztó rendszer összleválasztási foka?
- 7.5 Adott egy 80% összleválasztási fokú leválasztó berendezés, melybe beáramló nyersgázban lévő por tömegárama 250g/s . Határozza meg a leválasztó tisztagáz oldali gázáramban jelentkező másodpercenkénti por tömegét, és az összáteresztési fok értékét! Ha ezt a leválasztót sorba kapcsoljuk egy második leválasztó berendezéssel, melyre jellemző összáteresztési fok értéke csupán 2%, akkor hányszorosára változik az együttes leválasztó rendszer összleválasztási foka?
- 7.6 Ismertesse a különböző erőket ill. hatásokat, amelyek a szemcséket az áramlási ellenállás erővel szemben elmozdítják a gázhoz képest, illetve a porszemcsék kezelhetőségét elősegítik!
- 7.7 Egyszerű vázlatrajz alapján ismertesse a főbb leválasztó típusokat és jellemezze működésüket!
- 7.8 Ismertesse a ciklon leválasztónál a határ-szemcseméret meghatározására bemutatott egyszerű modell elvét és leglényegesebb összefüggéseit! (15p) Egy egyszerű vázlatrajzon jelölje a berendezésnek a magyarázatához szükséges főbb részeit és méreteit!
- 7.9 Egy ciklon merülőcsövének átmérője 100mm , a merülőcső alsó pereme és a porbunker feletti kúp távolsága 1200mm . A $q_v=0.5\text{m}^3/\text{s}$ térfogatáramú tisztítandó gázt 10m/s sebességgel vezetjük be érintőlegesen a 600mm közepes sugáron lévő beömlőnyíláson. A por sűrűsége $2000\text{kg}/\text{m}^3$, a gáz dinamikai viszkozitása $18 \cdot 10^{-6} \text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$. Ez a ciklon leválasztja-e a $2\mu\text{m}$ átmérőjű porszemcséket? Válaszát határszemcse átmérő számítással indokolja!

2007.10.24. (Suda J.M.)