

Vegyipari alpműveletek (GEVGT-011B) BSc (2+2)
Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Oktatási hét	Előadás	Gyakorlat
1	Áramlástan alapok ((lamináris, turbulens, dp számítás, szivattyú, csővezeték, stb)	
2	Egyéni feladatmegoldás	
3	Szilárd szemcsés anyagalmazok – jellemzés, aprítás, osztályozás	Előadáshoz kapcsolódóan
4	Fluidizáció	Előadáshoz kapcsolódóan
5	Mérési gyakorlat, jegyzőkönyv készítése (szitálás, fluidizáció)	
5	Ülepítés, szűrés művelete	Előadáshoz kapcsolódóan
6	Keverés, művelete centrifugálás	Előadáshoz kapcsolódóan
7	Centrifugálás művelete	Előadáshoz kapcsolódóan
8	Mérési gyakorlat, jegyzőkönyv készítése (keverés, szűrés)	
7	Hőátviteli alapfogalmak, hővezetési feladatok	Előadáshoz kapcsolódóan
8	Konvektív hőátadás, fázisváltozással járó hőátadás	Előadáshoz kapcsolódóan
9	Mérési gyakorlat (hőátadás)	
10	Bepárlás alapjai	Előadáshoz kapcsolódóan
11	Fázisegyensúlyok jellemzése	Előadáshoz kapcsolódóan
12	Anyagátadási feladatok alapjai (kétkomponensű rendszerek elemzése)	Előadáshoz kapcsolódóan
13	Egyensúlyi desztilláció	ZH
14	Egyensúlyi desztilláció mérési gyakorlat	Pótzh

Kreditpont megszerzésének feltételei:

- Lásd „Tantárgyak teljesítésének általános szabályai” részt, mely megtalálható a tanszéki honlapon illetve a tanszéki hirdetőtáblán.

További információk az intézet honlapján. (<http://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/EVG>)

Dr. Szepesi L. Gábor
tárgyjegyző

Dr. Bencs Péter
intézetigazgató

1. Szilárd szemcsés anyagalmaz jellemzésére szolgáló művelet a
- A szitaanalízis B rektifikálás C extrakció D abszorpció
2. Fluidizáció során az álló ágy nyomásvesztése a fluidum sebességének növelése hatására
- A nő B csökken C független a v -től D nem változik
3. Newtoni folyadékok esetében az áramlás során fellépő nyírófeszültség arányos a
- A Fr-számmal B fajhővel C viszkozitással D párolgáshővel
4. Nyugvó fluidumba helyezett laminárisan ülepedő szemcsére nem hat a
- A nehézségi erő B közegellenállás C felhajtó erő D centrifugális erő
5. Egyenes csőszakaszban az alábbiak közül mely hasonlósági kritériumtól függ a csősurlódási tényező?
- A Re B Pr C Fr D Nu
6. Szabadáramlás esetén a Nusselt szám mely hasonlósági kitérímuk szorzatától függ?
- A $Re * Fr$ B $Re * Pr$ C $Pr * Gr$ D $Re * Gr$
7. A Florenci edény a következő művelet elvégzésére szolgál:
- A folyadék keverésre B emulzió bontásra C centrifugálásra D bepárlásra
8. Jellemzően melyik keverőtípust használják zománcozott készülékekhez?
- A karos keverő B horgony keverő C turbina keverő D propeller keverő
9. Keverésnél alkalmazott ellenállástényező (módosított Eu szám) függ a következő hasonlósági kritériumtól:
- A Nusselt-szám B Grashoff-szám C Reynolds-szám D Schmidt-szám
10. Állandó nyomáskülönbség esetén a szűrési egyenletben a τ/V hogyan függ a V -től?
- A lineárisan B kvadratikusan C ötödfokú görbe szerint D nem függ
11. Centrifugálás során a szemcse ülepedési sebessége lamináris esetben hogyan számolható? (w_0 : Stokes-féle ülepedési sebesség; j : jelzőszám)
- A $w=w_0 * j$ B $w=w_0/j$ C $w=w_0^j$ D $w=w_0$
12. Hogyan számolható a jelzőszám centrifugálás esetén?
- A $j=\omega * g / r$ B $j=r * \omega^2 / g$ C $j=\omega / (g * r^2)$ D $j=\omega / (g * r)$
13. A hővezetési tényező (λ) mértékegysége:
- A W/(mK) B Km/W C J/s D W/(m²K)

14. Csőben történő hőátadás szempontjából melyik áramlás a kedvezőbb?

- A átmeneti B turbulens C lamináris D mindegyik

15. Az alábbi összefüggések közül melyik a hőcserélők alapegyenlete?

- A $Q=k \cdot A \cdot \Delta t$ B $Q=k \cdot A / \Delta t$ C $Q=k \cdot D t / A$ D $Q=1 / (k \cdot A \cdot \Delta t)$

16. Számítsa ki a hőátviteli tényezőt falon át történő hőátadás esetén, ha a fal belső oldalán a hőátadási tényező értéke $20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, a fal hővezetési tényezője $15 \text{ w}/(\text{mK})$ a fal vastagsága 30 cm , a fal külső oldalán lévő hőátadási tényező értéke $40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- A $10,52 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ B $20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ C $75 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ D $40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

17. Egyenes csőszakasz adatai: $L=30\text{m}$, $d=25\text{mm}$. A benne áramló közeg sebessége 0.1 m/s , sűrűsége $500 \text{ kg}/\text{m}^3$, viszkozitása $0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$. Mekkora nyomásvesztés keletkezik az áramlás során?

- A 15360Pa B $153,6\text{Pa}$ C $15,36\text{Pa}$ D $1,536\text{Pa}$

18. Ellenáramú cső a csőben hőcserélő esetén a csőoldali belépő hőmérséklet 60°C , a kilépő 40°C ; a köpenyoldali belépő 20°C , a kilépő 25°C . Mekkora a mértékadó hőmérsékletkülönbség? (ΔT)

- A 20°C B 35°C C $26,8^\circ\text{C}$ D 40°C

19. Egy keverés mérés során mértük a tengelyen átadódó nyomatékot valamint a fordulatszámot. Határozza meg az ellenállástényezőt. (Adatok: sűrűség: $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$; lapát átmérő $0,1\text{m}$, készülék átmérő 1m , viszkozitás: $0,001\text{Pa}\cdot\text{s}$) Mért adatok: $M_1=0,0001\text{Nm}$, $n=10 \text{ 1/perc}$

- A $0,02$ B $1,256$ C $2,262$ D $6,283 \cdot 10^{-4}$

1. Szilárd szemcsés anyagalmaz jellemzésére szolgáló művelet a
- A szitaanalízis B rektifikálás C extrakció D abszorpció
2. Fluidizáció során az álló ágy nyomásvesztése a fluidum sebességének növelése hatására
- A nő B csökken C független a v -től D nem változik
3. Newtoni folyadékok esetében az áramlás során fellépő nyírófeszültség arányos a
- A Fr-számmal B fajhővel C viszkozitással D párolgáshővel
4. Nyugvó fluidumba helyezett laminárisan ülepedő szemcsére nem hat a
- A nehézségi erő B közegellenállás C felhajtó erő D centrifugális erő
5. Egyenes csőszakaszban az alábbiak közül mely hasonlósági kritériumtól függ a csősurlódási tényező?
- A Re B Pr C Fr D Nu
6. Szabadáramlás esetén a Nusselt szám mely hasonlósági kitérítimuk szorzatától függ?
- A $Re * Fr$ B $Re * Pr$ C $Pr * Gr$ D $Re * Gr$
7. A Florenci edény a következő művelet elvégzésére szolgál:
- A folyadék keverésre B emulzió bontásra C centrifugálásra D bepárlásra
8. Jellemzően melyik keverőtípust használják zománcozott készülékekhez?
- A karos keverő B horgony keverő C turbina keverő D propeller keverő
9. Keverésnél alkalmazott ellenállástényező (módosított Eu szám) függ a következő hasonlósági kritériumtól:
- A Nusselt-szám B Grashoff-szám C Reynolds-szám D Schmidt-szám
10. Állandó nyomáskülönbség esetén a szűrési egyenletben a τ/V hogyan függ a V -től?
- A lineárisan B kvadratikusan C ötödfokú görbe szerint D nem függ
11. Centrifugálás során a szemcse ülepedési sebessége lamináris esetben hogyan számolható? (w_0 : Stokes-féle ülepedési sebesség; j : jelzőszám)
- A $w=w_0 * j$ B $w=w_0/j$ C $w=w_0^j$ D $w=w_0$
12. Hogyan számolható a jelzőszám centrifugálás esetén?
- A $j=\omega * g / r$ B $j=r * \omega^2 / g$ C $j=\omega / (g * r^2)$ D $j=\omega / (g * r)$
13. A hővezetési tényező (λ) mértékegysége:
- A W/(mK) B Km/W C J/s D W/(m²K)

14. Csőben történő hőátadás szempontjából melyik áramlás a kedvezőbb?

A átmeneti

X turbulens

C lamináris

D mindegyik

15. Az alábbi összefüggések közül melyik a hőcserélők alapegyenlete?

X $Q=k \cdot A \cdot \Delta t$

B $Q=k \cdot A / \Delta t$

C $Q=k \cdot D t / A$

D $Q=1 / (k \cdot A \cdot \Delta t)$

16. Számítsa ki a hőátviteli tényezőt falon át történő hőátadás esetén, ha a fal belső oldalán a hőátadási tényező értéke $20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, a fal hővezetési tényezője $15 \text{ W}/(\text{mK})$ a fal vastagsága 30 cm , a fal külső oldalán lévő hőátadási tényező értéke $40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

X $10,52 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

B $20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

C $75 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

D $40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

17. Egyenes csőszakasz adatai: $L=30\text{m}$, $d=25\text{mm}$. A benne áramló közeg sebessége 0.1 m/s , sűrűsége $500 \text{ kg}/\text{m}^3$, viszkozitása $0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$. Mekkora nyomásvesztés keletkezik az áramlás során?

A 15360Pa

X $153,6\text{Pa}$

C $15,36\text{Pa}$

D $1,536\text{Pa}$

18. Ellenáramú cső a csőben hőcserélő esetén a csőoldali belépő hőmérséklet 60°C , a kilépő 40°C ; a köpenyoldali belépő 20°C , a kilépő 25°C . Mekkora a mértékadó hőmérsékletkülönbség? (ΔT)

A 20°C

B 35°C

X $26,8^\circ\text{C}$

D 40°C

19. Egy keverés mérés során mértük a tengelyen átadódó nyomatékot valamint a fordulatszámot. Határozza meg az ellenállástényezőt. (Adatok: sűrűség: $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$; lapát átmérő $0,1\text{m}$, készülék átmérő 1m , viszkozitás: $0,001\text{Pa}\cdot\text{s}$) Mért adatok: $M1=0,0001\text{Nm}$, $n=10 \text{ 1/perc}$)

A $0,02$

B $1,256$

X $2,262$

D $6,283 \cdot 10^{-4}$

1. Ismertesse a szűrés alapegyenletét. Állandó nyomáskülönbség esetén mutassa be az egyszerűsített szűrés egyenletet. (diagram segítségével)
(4 pont)

Általános szűrőegyenlet:

Egy A felületű szűrőn t idő alatt képződött iszaprétegen átfolyó folyadék sebességének pillanatnyi értéke kifejezhető az alábbi összefüggéssel:

$$v = \frac{1}{A} \frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta p}{\eta R}$$

R a folyadék átáramlásával szembeni teljes ellenállás amely két részből tevődik össze. Az egyik a szűrőközeg ellenállása (R_m), a másik a képződött iszapréteg (R_1) ellenállása. Azaz $R = R_m + R_1$.

Az R_1 függ a lerakódott iszap mennyiségétől, a szűrés folyamán tehát állandóan változik. A szűrőlepeny ellenállása arányos az egységnyi felületen lerakódott iszaptömeggel:

$$R_1 = \alpha \frac{M}{A} = \alpha c \frac{V}{A}$$

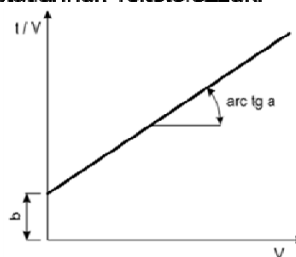
Az előbbieket figyelembe vételével a szűrés általános differenciálegyenlete:

$$\frac{1}{A} \frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta p}{\eta \left(\alpha c \frac{V}{A} + R_m \right)}$$

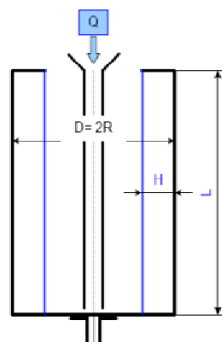
A differenciál-egyenlet megoldása során feltételezzük, hogy a fajlagos lepenyellenállás, az egységnyi szűrletből kinyert iszap mennyisége valamint a szűrőközeg ellenállása az időtől független. Ez azonban csak akkor igaz, ha az iszaplepenyt *összenyomhatatlannak* feltételezzük!

A szűrőegyenlet megoldása állandó nyomáskülönbség esetén:

$$\frac{\tau}{V} = \frac{\eta \cdot \alpha \cdot c}{2 \cdot \Delta p \cdot A^2} V + \frac{\eta \cdot R_m}{\Delta p \cdot A}$$



2. Mutassa be a centrifugálás esetén a szemcsére ható erőket. Ismertesse a következő alapfogalmakat: jelzőszám, egyenértékű derítőfelület (4 pont)



Egy szemcsére - amely a H szélességgel jellemzett folyadékban helyezkedik el - lamináris áramlás esetén az erőegyensúly:

$$\frac{d^3 \pi}{6} (\rho_{sz} - \rho_f) \cdot r \cdot \omega^2 = 3\pi \cdot w \cdot d \cdot \eta$$

Rendezzük az előbbi egyenletet w-re, majd szorozzuk meg a számlálót és a nevezőt is g-vel:

$$w = \frac{d^2 \cdot (\rho_{sz} - \rho_f) \cdot r \cdot \omega^2 \cdot g}{18 \cdot \eta} = \frac{d^2 \cdot g \cdot (\rho_{sz} - \rho_f) \cdot r \cdot \omega^2}{18 \cdot \eta \cdot g} = w_0 \cdot j$$

Tehát a kialakuló sebesség a Stokes-féle ülepedési sebességnek és a jelzőszámnak a szorzata.

Ha egy szemcsé kevesebb ideig tartózkodik a centrifuga terében, mint az ülepedéshez szükséges idő, akkor biztosan távozni fog dobból. A tartózkodási időt kiszámolhatjuk a rendelkezésre álló térfogat és a bevezetett térfogatáram segítségével. Az ülepedési idő számolható az ülepedési sebesség és az ülepedési út (H) segítségével:

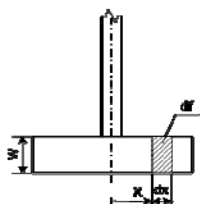
Tartózkodási idő $= \frac{V}{Q} = \frac{H}{w}$ ülepedési idő $= \frac{H}{w}$. Ennek felhasználásával kiszámolható a bevezetendő térfogat

mennyisége: $Q = \frac{H}{w} = w_0 \cdot j \cdot \frac{V}{H} = w_0 \cdot j \cdot A = w_0 \cdot \Sigma$

Az egyenértékű derítőfelület megmutatja, hogy az adott centrifugális erőteret kihasználó ülepedítő mekkora gravitációs ülepedítő felülettel egyenértékű.

3. Ismertesse a keverés teljesítményszükségletét. Nevezze meg az összefüggésben szereplő tényezőket (mértékegység is!) (2 pont)

Keverés teljesítményszükséglete



Korábbi ismeretelinkből tudjuk, hogy a közegellenállás:

$$F_x = c \cdot f \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad \text{Elemi df felületre felírva:}$$

A df felület felírható az ábra segítségével: $df = w \cdot dx$

A teljesítményszükséglet: $dP = dF_x \cdot v$ ahol v a kerületi seb.

$$dP = dF_x \cdot v = c \cdot w \cdot dx \cdot \rho \cdot \frac{(2\pi \cdot n \cdot x)^2}{2} \cdot (2\pi \cdot n \cdot x)$$

$x=0$ és $x=d/2$ határok között integrálva:

$$P = \frac{(2\pi)^3}{2} \cdot c \cdot n^3 \cdot w \cdot \frac{(d/2)^4}{4} \quad \text{Felhasználva, hogy } w = \pi \cdot d$$

$$P = \zeta \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5$$

A közegellenállást szokás módosított Eu számnak is nevezni. Felírható kritériális egyenlet:

$$\zeta = Eu_m = \frac{P}{n^3 \cdot d^5 \cdot \rho} = f(Re_m; Fr_m)$$

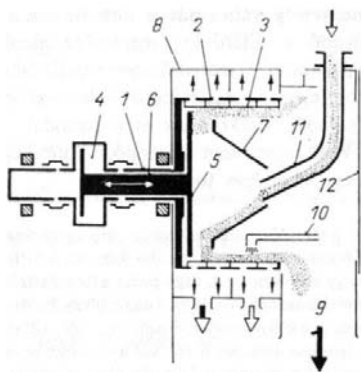
$$Re_m = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho}{\eta} \quad Fr_m = \frac{n^2 \cdot d}{g}$$

Alkalmazható kritériális egyenlet:

$$Eu_m = A \cdot Re_m^m \cdot Fr_m^n$$

Lamináris áramlás esetén $m=1$; $n=0$. Turbulens esetben $m=n=0$

4. Vázoljon egy pulzáló centrifugát. (2 pont)



5. Egy keverés mérés során mértük a tengelyen átadódó nyomatékot valamint a fordulatszámot. Határozza meg az ellenállástényező. (Adatok: sűrűség: 1000 kg/m³; lapát átmérő 0,1m, készülék átmérő 1m, viszkozitás: 0,001Pas) Mért adatok: M1=0,0001Nm, n=10 1/perc) (4 pont)

$$M := 0.0001$$

$$n := \frac{10}{60}$$

$$\rho := 1000$$

$$d := 0.1$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$\zeta := \frac{M \cdot \omega}{\rho \cdot n^3 \cdot d^5} = 2.262$$