



Tantárgy neve: Keverékek áramlása többfázisú diszperz rendszerek tervezése

**MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KAR MSc KÉPZÉS
(nappali munkarendben)**

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

**MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KAR
NYERSANYAGELŐKÉSZÍTÉSI ÉS KÖRNYEZETI ELJÁRÁSTECHNIKAI INTÉZET**

Ajánlott félév: 1. félév

Tartalomjegyzék

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (óraóra lebontva)
3. Minta zárthelyi
4. Vizsgakérdések
5. Egyéb követelmények

1. TANTÁRGYLEÍRÁS

Tantárgy neve: Keverékek áramlása, többfázisú rendszerek tervezése	Tantárgy kódja: MFEET710003L Tárgyfelelős tanszék/intézet: Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet
Tárgyfelelős (név, beosztás): Dr. habil. Faitli József egyetemi docens	Tantárgyelem: K
Javasolt félév: 1.	Előfeltétel: -
Óraszám/hét (ea+gyak): 2 ea +1 gy	Számonkérés módja (a/gy/k): a-k
Kreditpont: 3	Tagozat: nappali
<p>Tantárgy feladata és célja: Az eljárás- és előkészítéstechnika területén számos esetben szilárd – folyadék és szilárd – gáz többfázisú rendszerekkel kell műveleteket végezni, vagy egyszerűen ezeket el kell készíteni és elszállítani a felhasználás helyére. Ennek megfelelően a tantárgy oktatásának célja: Megismertetni a hallgatókkal a többfázisú mechanikai rendszerek jellemzésére, mérésére, elkészítésére és szállítására vonatkozó ismereteket, ami által képesek lesznek ezeknek a technológiáknak a kiválasztására, fejlesztésére és méretezésére.</p> <p>Fejlesztendő kompetenciák: tudás: T6, T7,T8,T9 képesség: K1,K2,K3,K10,K11,K12,K14 attitűd: A1...A9 autonómia és felelősség:F1...F6</p>	
<p>Tantárgy tematikus leírása: Szilárd – folyadék és szilárd – gáz durva diszperz rendszerek fizikai jellemzése. A finom szuszpenzió- durva keverékáramlás modell. Finom szuszpenziók folyási viselkedése, egy – két és háromparaméteres folyási modellek. Finom szuszpenziók folyási viselkedésének mérése rotációs- és csőreométerben. Szemcse és szemcsehalmaz stacionárius mozgása a gravitációs erőtér hatására, newtoni és nem-newtoni közegben. A hidraulikus- és pneumatikus csőszállítás nyomásvesztésének számítása. A durva keverékáramlás a finom szuszpenzió - áramlásban modell. A határ szemcseméret meghatározása. A lerakódási határsebesség. Szuszpenzió készítés szakaszos üzemű (propeller) keverőben. Szuszpenzió készítés folyamatos üzemű (áramlástechnikai) keverőben. Folyadékok porlasztása. Kis tömegű folyadék porlasztása kémiai analitikai célra, ill. folyadék mikrocseppek előállítására pl. elektronikai kijelző fejlesztés céljára. Folyadék nagy tömegű porlasztása gázmosókban. Folyadék – gáz durva diszperz rendszerek, fizikai habképzés. Gáz- és folyadékbefűvások habképzés műanyagipari alkalmazása.</p>	
<p>Félévközi számonkérés módja: Az aláírás megszerzésének feltétele: - 20 %-nál nem több órai hiányzás. - Legalább elégséges (>50%) zárthelyi dolgozat megírása.</p> <p>Értékelés: Szóbeli vizsga alapján, ötfokozatú skálán: Alapvető ismereteknek nincs birtokában - elégtelen Alapvető ismeretekkel rendelkezik - elégséges Alapvető ismeretekkel rendelkezik, ezeknek gyakorlatban való alkalmazását is be tudja mutatni - közepes Ismereteinek részterületeit rendszer szinten, azok összefüggéseiben ismeri - jó Kiemelkedő részletességű, rendszerszintű ismeretekkel rendelkezik - jeles</p>	

Kötelező irodalom:

Előadáson készített jegyzet

Tarján I.: A mechanikai eljárás technika alapjai. Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997.

Tarján I.: Keverés. Miskolci Egyetemi Kiadó. 2003.

Faitli J. – Mucsi G. – Gombkötő I. – Nagy S. – Antal G.: Mechanikai eljárás technikai praktikum. Miskolci Egyetemi Kiadó. 2017.

Faitli J.: Continuity theory and settling model for spheres falling in non-Newtonian one- and two-phase media. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERAL PROCESSING* 169:(1) pp. 16-26. (2017)

Ajánlott irodalom:

Faitli J. - Tarján I.: Mérés Gyakorlatok (A mechanikai eljárás technika alapjai II.) Jegyzet. Miskolc, 1997. ME Eljárás technikai Tanszék

Faitli, J.: Szemcsés anyagok – csővezetékben – folyadékárammal való szállításának méretezése. 1. rész: Kísérleti berendezések és modell. pp. 10-15. *ÉPÍTŐANYAG*, 63. évf. 1. szám. 2011. 2. rész: A nyomásvesztés számítása. pp. 2-7. *ÉPÍTŐANYAG*, 64. évf. 1 – 2. szám. 2012.

Faitli J.: Szemcsemozgás mérése és számítása nem-newtoni egy- és többfázisú közegekben. *BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK-BÁNYÁSZAT* 2015/3.: pp. 2-9. (2015)

Tarján G.: Mineral Processing (Vol. 1, 2). AK. Bp.1981

2. TANTÁRGYTEMATIKA

Tantárgytematika (ÜTEMTERV)

Aktuális tanév őszi félév

Bánya- és geotechnikai mérnöki MSc, 1. félév, törzsanyagos tárgy

Hét	Előadás tematika
1	Szilárd – folyadék, szilárd – gáz és folyadék - gáz durva diszperz rendszerek fizikai jellemzése. A durva- és a kolloid diszperz rendszerek közötti határ. Térfogati- és tömegkoncentráció. A helyi- és a szállítási koncentráció.
2	Egyfázisú közegek reológiája. Időben állandó és időben változó reológiai viselkedés. Newtoni és nem-Newtoni reológiai viselkedés. A mechanikai eljárás technika területén alkalmazott reológiai modellek: Newtoni, Bingham plasztikus, shear thinning és shear thickening, reáplasztikus.
3	Faitli kontinuitási elmélete többfázisú diszperz rendszerekre. Kontinuum és diszkréttelemszerű keverékviselkedés. A rotációs reométer. A mérés kiértékelése Newtoni és nem-Newtoni közegek esetén.
4	A csőreométer. A mérés kiértékelése Newtoni és nem-Newtoni közegek esetén.
5	Szemcsemozgás gravitációs erőterben Newtoni közegben.
6	Szemcsemozgás gravitációs erőterben nem-Newtoni közegben.
7	Szemcsehalmazok mozgása gravitációs erőterben. Az ülepítő hengeres mérés és kiértékelése. Zagysűrítők méretezéséhez szükséges paraméterek meghatározása az ülepítőhengeres mérés adataiból.
8	Keverékáramlások hagyományos osztályozása, a homogén és a heterogén keverékáramlás. A lerakódási határsebesség. Áramképek a csővezetékben.
9	A Durand egyenlet és alkalmazása. A durva keverék- és a finom szuszpenzióáramlás modell.
10	A durva keverékáramlás a finom szuszpenzió - áramlásban modell.
11	Szuszpenzió készítés szakaszos üzemű (propeller) keverőben. Szuszpenzió készítés folyamatos üzemű (áramlástechnikai) keverőben.
12	Folyadékok porlasztása. Kis tömegű folyadék porlasztása kémiai analitikai célra, ill. folyadék mikrocseppek előállítása pl. elektronikai kijelző fejlesztés céljára. Folyadék nagy tömegű porlasztása gázmosókban.
13	Folyadék – gáz durva diszperz rendszerek, fizikai habképzés. Gáz- és folyadékbefúvós habképzés műanyagipari alkalmazása.
14	

Hét	Gyakorlati tematika
1	Számítási feladatok szilárd – folyadék, szilárd – gáz és folyadék - gáz durva diszperz rendszerek fizikai jellemzésére.
2	A helyi- és a szállítási koncentráció számítása, mérési módszerei.
3	Mérés rotációs reométerrel.
4	A rotációs reométeres mérés kiértékelése Newtoni és nem-Newtoni közegek esetén.
5	Csőreométer bemutatása. Példa egy-egy korábbi mérés kiértékelésére Newtoni és nem-Newtoni közegek esetén.
6	Süllyedési végsebesség számítása gravitációs erőterben, Newtoni közegben.
7	Süllyedési végsebesség számítása gravitációs erőterben, nem-Newtoni közegben.
8	Ülepítőhengeres mérés elvégzése.
9	Az ülepítőhengeres mérés kiértékelése.
10	Zagysűrítő méretezés példa.

11	Finom szuszpenzióáramlás nyomásveszteségének számítása.
12	Durva keverékáramlás nyomásveszteségének számítása.
13	A durva keverékáramlás a finom szuszpenzió - áramlásban nyomásveszteségének a számítása.
14	

3. MINTA ZÁRTHELYI

1. Egy tartályba 10 t homokot ($\rho_s = 2,7 \text{ kg/dm}^3$) és 10 t vizet töltünk. Forgólapátos keverővel homogenizáljuk, majd zagyszivattyúval egy 50 mm belső átmérőjű csővezetéken keresztül elszállítjuk. A zagy szállított térfogatárama $20 \text{ m}^3/\text{h}$. A csőben kialakul a szlip, aminek az értéke $v_s/v_f = 0,9$. Mekkora a csővezetékben a szállítási és a helyi koncentráció?

2. Fehérvárcsúrgói, őrlött és osztályozott finom üveghomok por fizikai jellemzői: szemcseméret $x = \dots \mu\text{m}$, piknométerben mért „szemcsesűrűség” $\rho_s = 2740 \text{ kg/m}^3$. Ebből az üveghomok porból és vízből kétféle koncentrációban készítettünk szuszpenziót, amely szuszpenziók folyási viselkedését csőreométerben mértük meg. A csőreométer két egyenes mérő csőszakaszból áll: $D_1 = 16 \text{ mm}$, $L_1 = 6 \text{ m}$, $D_2 = 21 \text{ mm}$, $L_2 = 6 \text{ m}$. Az első bekeverésnél (I) 80 l vizet adtunk a tartályba, amelyhez 40 kg homokot kevertünk be. A második bekeverésnél (II) még 40 kg homokot hozzákevertünk az első bekeveréshez. A mérések eredményei:

I. Bekeverés mérési eredményei (80l víz – 40 kg homok)			
$D_1 = 16 \text{ mm}$ csőben		$D_2 = 21 \text{ mm}$ csőben	
$v \text{ [m/s]}$	$\Delta p \text{ [Pa]}$	$v \text{ [m/s]}$	$\Delta p \text{ [Pa]}$
0,5	6 120	0,58	4 125
1	12 241	0,87	6 188
1,5	18 362	1,16	8 250
2	43 656	1,44	17 785
2,49	63 646	1,73	24 189

II. Bekeverés mérési eredményei (80l víz – 80 kg homok)			
$D_1 = 16 \text{ mm}$ csőben		$D_2 = 21 \text{ mm}$ csőben	
$v \text{ [m/s]}$	$\Delta p \text{ [Pa]}$	$v \text{ [m/s]}$	$\Delta p \text{ [Pa]}$
0,5	10 338	0,58	6 967
1	20 676	0,87	10 450
1,5	31 013	1,16	13 935
2	41 351	1,44	17 418
2,5	51 689	1,73	20 901

- Határozza meg a két bekeverés esetén elkészített szuszpenziók fizikai jellemzőit, azaz a szuszpenziók folyási viselkedését, a folyási paramétereket, a szuszpenziós sűrűségeket és a koncentrációkat.
- Mérőhengeres mintavételezéssel ellenőriztük, hogy ennél a finom szilárd anyagnál egyik mérés esetén sem lépett fel szlip, azaz a szemcsék és a víz azonos sebességgel haladtak a csőben. Határozza meg a szállítási és a helyi koncentrációt mindkét mérés esetén.

3. Laboratóriumi méretű forgólapátos keverő berendezéssel csokoládé masszát keverünk. A keverőlapát átmérője 10 cm, jele a mellékelt ellenállás-tényező diagramban: 1. A csokoládé massa viszkozitása erőteljesen változik a hőmérséklettel, amely kapcsolatot az $5 \dots 90 \text{ }^\circ\text{C}$ tartományban a következő függvény jól jellemez:

$$\mu = 0,001 + 6e^{-0,15T}$$

Ebbe az egyenletbe a hőmérsékletet $[T] = ^\circ\text{C}$ -ban és a viszkozitást $[\mu] = \text{Pas}$ -ban kell behelyettesíteni. A csokoládémassza sűrűsége $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$ közel állandónak tekinthető ebben a hőmérséklet tartományban. A meghajtás fordulatszáma rögzített, értéke $n = 60 \text{ 1/min}$ ill. a hajtás védelme érdekében nyomatékhatároló került beépítésre, amely $M = 16 \text{ mNm}$ nyomaték elérése esetén lekapcsolja a rendszert. a. A csokoládé massa üzemi hőmérséklete $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Mekkora a keverés teljesítmény szükséglete? (6p.) b. Ha a csoki masszát fűtő termosztát elromlik, mekkora hőmérsékleten fog a nyomatékhatároló leoldani? (8p.)

4. VIZSGAKÉRDÉSEK

1. Szilárd – folyadék, szilárd – gáz és folyadék - gáz durva diszperz rendszerek fizikai jellemzése. A durva- és a koloid diszperz rendszerek közötti határ. Térfogati- és tömegkoncentráció. A helyi- és a szállítási koncentráció.
2. Egyfázisú közegek reológiája. Időben állandó és időben változó reológiai viselkedés. Newtoni és nem-Newtoni reológiai viselkedés. A mechanikai eljárás technika területén alkalmazott reológiai modellek: Newtoni, Bingham plasztikus, shear thinning és shear thickening, reáplasztikus.
3. Fajti kontinuitási elmélete többfázisú diszperz rendszerekre. Kontinuum és diszkrételemszerű keverékviselkedés.
4. A rotációs reométer. A mérés kiértékelése Newtoni és nem-Newtoni közegek esetén.
5. A csőreométer. A mérés kiértékelése Newtoni és nem-Newtoni közegek esetén.
6. Szemcsemozgás gravitációs erőterben Newtoni közegben. Szemcsemozgás gravitációs erőterben nem-Newtoni közegben. Szemcsehalmazok mozgása gravitációs erőterben.
7. Az üleptető hengeres mérés és kiértékelése. Zagysűrítők méretezéséhez szükséges paraméterek meghatározása az üleptetőhengeres mérés adataiból.
8. Keverékáramlások hagyományos osztályozása, a homogén és a heterogén keverékáramlás. A lerakódási határsebesség. Áramképek a csővezetékben. A Durand egyenlet és alkalmazása.
9. A durva keverék- és a finom szuszpenzióáramlás modell. A durva keverékáramlás a finom szuszpenzió - áramlásban modell.
10. Szuszpenzió készítés szakaszos üzemű (propeller) keverőben. Szuszpenzió készítés folyamatos üzemű (áramlástechnikai) keverőben.
11. Folyadékok porlasztása. Kis tömegű folyadék porlasztása kémiai analitikai célra, ill. folyadék mikrocseppek előállítása pl. elektronikai kijelző fejlesztés céljára. Folyadék nagy tömegű porlasztása gázmosókban.
12. Folyadék – gáz durva diszperz rendszerek, fizikai habképzés. Gáz- és folyadék befűvások habképzés műanyagipari alkalmazása.

5. EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

Féléves tervező feladat, stb.

Assignment

1. Calculate the pressure loss of a horizontal pipe flow of coal power plant fly-ash and slag and water mixture.

Data:

Pipe length: 10 km

Pipe diameter: 150 mm

Cross sectional average velocity: 1.76 m/s

Transport volumic concentration: 0.35

Particle density (fly-ash and slag): 2.1 kg/dm³

Particle size distribution (Rosin – Rammler): $F(x) = 1 - \exp \left\{ - \ln 2 \cdot \left(\frac{x}{x_{50}} \right)^n \right\}$

$x_{50} = \dots \dots \dots \mu\text{m}$

$n = \dots \dots \dots$

Limit particle size: 160 μm

Rheological behaviour of the fine suspension (of C concentration) portion:

$$\mu_F = \mu_{\text{water}} \left(1 + K_1 C + K_2 C^{K_3} \right)$$

unit of C	μ_{water}	K_1	K_2	K_3
-	1 mPas	34	280 000	9

Instructor: Dr. József Faitli, Room no. 201 in A/4 building, 30 – 9654 420,

ejtfaitj@uni-miskolc.hu **Deadline date: ...**

A zárthelyi dolgozat írása és a vizsga közben a mobiltelefon használata tilos!

Miskolc, 2018. június.10.

Dr. Nagy Sándor
Intézetigazgató egyetemi docens

Dr. habil Fajtli József
egyetemi docens