

Puu-23.3000 Chemical Engineering in Pulp and Paper Processes

Laskuosa 17.04.2007:

Jokainen tehtävä omalle arkille, kiitos.

Tehtävä 1

Havuhakkeen dimensiot ovat: pituus 25 mm, leveys 15 mm ja paksuus 10 mm. Hakkeen kosteus on 40 p-%. Puumateriaalin kuiva-tuoretiheys (Basic Density) on 400 kg/m^3 . Haketta höyrytetään kylläisellä höyryllä, jonka paine on 0.14 MPa(abs).

Arvioi, kuinka kauan kestää lämmittää hake $20 \text{ }^\circ\text{C}$:sta keskimäärin $108 \text{ }^\circ\text{C}$:een lämpötilaan. Voit käyttää oheista diagrammia ja olettaa, että hakepartikkeli on pallomainen kappale, jonka tilavuus on sama kuin yllä olevien dimensioiden mukainen todellinen hakepartikkeli.

Tehtävä 2

Ilmakehään avoimesta säiliöstä pumpataan sulfaattikeiton massaa tilavuusvirtauksella 3000 l/min. Massan sakeus on 3 % ja lämpötila $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Imuputken halkaisija on 250 mm, pituus on 5 m ja siinä on kaksi 45 asteen putkimutkaa. Säiliön nestepinnan korkeus on suurimmillaan 5 m ja pienimmillään 1 m pumpun keskilinjasta.

- Laske virtauksen lineaarinopeus putkessa.
 - Kavitoisiko pumpu, jonka $\text{NPSH}_{\text{req}} = 6 \text{ m}$, ed. kuvatuissa tilanteissa?
 - Kuinka suuri mitoitusvirhe aiheutuu jos käytetään massan virtaukselle veden tiheyttä $80 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa tai oletusta 1000 kg/m^3 ?
- Perustele laskelmin.

Tehtävä 3

Sellulinjan tuotanto on 1500 ADT/d. Haihdutettavaa kuiva-ainetta on 1,8 tonnia/ADT sellua. Tehtaan haihduttamo on kuusivaiheinen, syöttölipeän kuiva-ainepitoisuus on 15 % ja vahvalipeän vastaavasti 75 %. Kylläisen lämmityshöyryn paine on 0.35 MPa(abs) ja viimeisestä vaiheesta poistuvan kylläisen höyryn lämpötila on $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Laske:

- Haihdutettava vesimäärä/haihdutinyksikkö. Voidaan olettaa, että haihdutettavan veden määrä on sama joka yksikössä.
- Arvioi haihduttamon kokonais-kiehumispisteen nousu (yksiköiden kiehumispisteiden nousujen summa) sekä tehollinen lämpötilaero

Tehtävä 4

Sekoitetaan kaksi ilmavirtausta ja höyryvirta. Ensimmäisen ilmavirtauksen suuruus on 5 kg k.i./s , lämpötila $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus 40 %. Toisen ilmavirtauksen suuruus on 10 kg k.i./s , lämpötila $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus 10 %. Lisäksi kolmantena virtana on 0.05 kg/s kylläistä vesihöyryä lämpötilassa $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Määritä ilmaseoksen lämpötila, märkälämpötila ja suhteellinen kosteus Mollierin diagrammin ja höyrytaulukoiden avulla. (Voit myös käyttää kostean ilman ominaisuuksien laskentakorrelaatioita, jos haluat.)

$$x \cdot 0,15 = 1,8$$
$$x = \frac{1,8}{0,15}$$

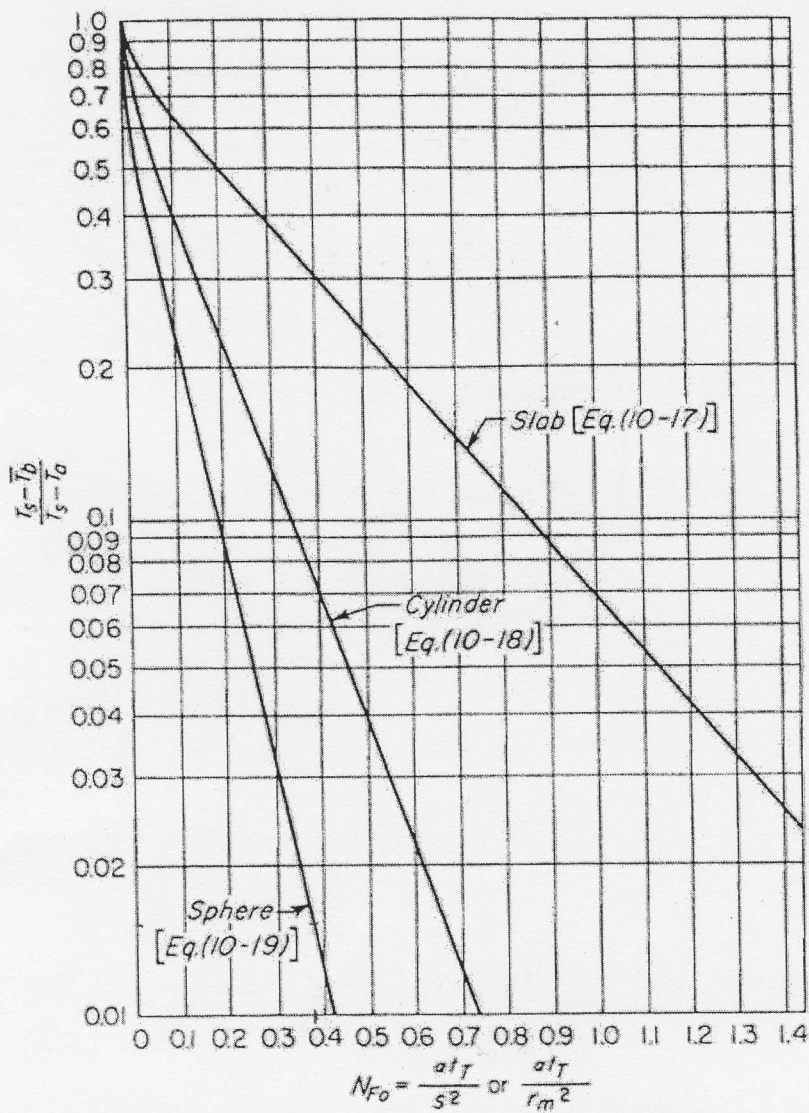


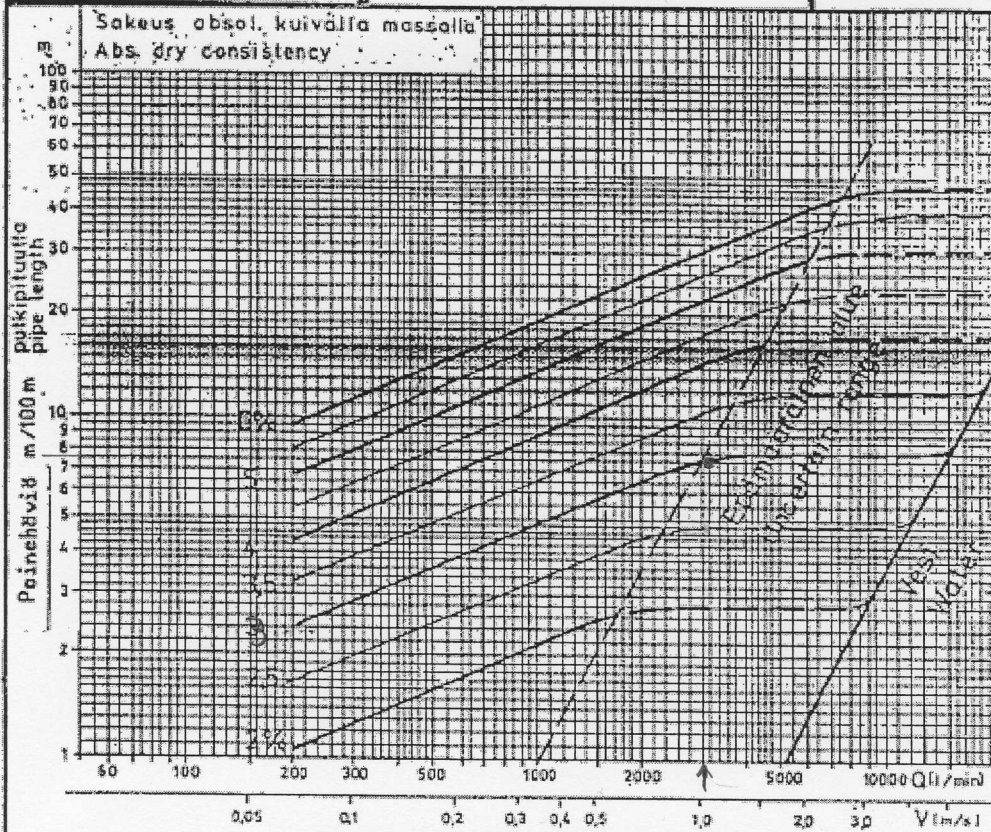
Figure 10-6 Average temperatures during unsteady-state heating or cooling of a large slab, an infinitely long cylinder, or a sphere.

AHLSTRÖM

KARHULAN PUMPPUTEHDAS
KARHULA PUMP FACTORY

PÖTKEN PAINEHÄVIÖKÄYRÄ
MASSALLE

Ø 250



Korjauskerrain eri massaladuille
Correction factor for various stocks

Valkoisematon sulfitti	1.00	Unbleached Sulphite
Valkoistu	0.90	Bleached
Sulfatti	0.90	Sulphate
Hicke	1.40	Groundwood
Kraft-massa	1.20	Kraft (Canadian)
Jätepaperimassa	0.90	Reclaimed paper
Valkoisematon olki	0.50	Unbleached straw
Valkoistu	0.90	Bleached

Ekvivalenttinen putkipituus metreissä

Equivalent length in meters

V m/s	90°				45°				[Symbol]				[Symbol]				D=20				D=10			
	0.5	1	2	3	0.5	1	2	3	0.5	1	2	3	0.5	1	2	3	0.5	1	2	3	0.5	1	2	3
1.7	0.8	1.5	2.5	3.5	0.8	1.3	2.0	2.8	1.0	2.0	6.0	8.3	0.5	0.5	0.8	0.8	0.5	0.4	0.3	0.0	0.5	2.5	5.5	7.5
2.7	0.5	0.9	1.5	2.2	0.5	0.8	1.3	2.0	0.8	1.0	4.5	6.3	0.5	0.5	0.8	0.8	0.4	0.3	0.1	0.0	0.5	1.0	3.5	5.0
3.7	0.5	0.5	1.0	1.5	0.5	0.5	0.8	1.5	0.5	0.9	2.8	4.0	0.5	0.5	0.8	0.8	0.4	0.3	0.0	0.0	0.5	0.5	2.2	3.0
4.7	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.8	1.2	3.2	0.5	0.5	0.8	0.8	0.4	0.3	0.0	0.0	0.5	0.5	1.0	2.0
5.7	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.8	1.0	2.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	1.5
6.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.3	0.5	0.8

Puu-23.3000 Chemical Engineering in Pulp and Paper Processes

Teoriaosa 17.04.2007:

1. Mitkä hakkeeseen, keittonesteeseen ja prosessiolosuhteisiin liittyvät tekijät vaikuttavat keittonesteen penetraatioon ja millä tavalla?
2. Selitä miten keskipakoisumpun kavitaatio ilmenee ja mistä se johtuu? Miten sen voi prosessisuunnittelussa välttää?
3. Mustalipeän viskositeetti ja kiehumispisteen kohoama ovat tärkeitä haihduttamon suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä. Kerro miksi ja millä tavalla nämä tekijät vaikuttavat haihduttamon suunnitteluun.
4. Kuivausnopeus. Luonnostelet seuraavat kuvaajat
 - a) kosteuspitoisuus (moisture content) ajan funktiona
 - b) kuivausnopeus (drying rate) kosteuspitoisuuden (moisture content) funktionaja selitä niiden avulla ilmiöitä joita paperin kuivauksen kuluessa tapahtuu

Theory part of the examination 17.04.2007:

1. What are the factors related to chips, cooking liquor and the process conditions that affect the penetration of cooking liquor? How these factors influence on the penetration process?
2. Explain what is the indication of the cavitation of a centrifugal pump and what is the reason for it? How to avoid cavitation during the design of pumping system?
3. The viscosity and boiling point rise of black liquor are important parameters in the design of evaporation plants. Tell why they are important and in which way they affect the design of evaporation plants.
4. Drying rate. Make a sketch of the following graphs
 - a) moisture content as a function of time
 - c) drying rate as a function of moisture contentand based on these graphs explain the phenomena taking place during drying of paper