

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 pumppu, 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-kihumispisteen 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.)

0.05 kg/s
100 °C
0.1