

Kem-42.111/.112 Kemian laitetekniikka II / II,P
Laskutentti 13.1.2004

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin

- nimi, myös entiset
- opintokirjan numero
- koulutusohjelma
- kotilaskujen suorittamisvuosi

Teht 1. Jatkuvatoimisessa kolonnissa tislataan metanoli-vesi-seosta. Tisleen metanoli pitoisuus x_D on 0,90. Alitteen pitoisuus x_B on 0,05. Syötön pitoisuus x_F on 0,55 ja se ohjataan optimipohjalleen.

- Jos syöttö on nestettä kiehumispisteessään, niin laske minimipalautussuhde kolonnissa.
- Jos syöttö on höyryä lauhtumispisteessään, niin laske minimipalautussuhde kolonnissa.
- Kuinka monta ideaaliaskelta erotukseen a)-kohdassa tarvitaan, jos palautussuhde on 1,5 kertaa minimipalautussuhde ?
- Kuinka monta ideaaliaskelta erotukseen b)-kohdassa tarvitaan, jos palautussuhde on 1,5 kertaa minimipalautussuhde ?

Metanoli-vesi -seoksen tasapainosta tiedetään:

Neste x		Höyry y		T	p	suhteellinen haihtuvuus
MeOH	H ₂ O	MeOH	H ₂ O	K	MPa	
0.00	1.00	0.00	1.00	373.15	0.10	
0.02	0.98	0.13	0.87	369.55	0.10	7.58
0.04	0.96	0.23	0.77	366.65	0.10	7.17
0.06	0.94	0.30	0.70	364.35	0.10	6.84
0.08	0.92	0.37	0.64	362.45	0.10	6.61
0.10	0.90	0.42	0.58	360.85	0.10	6.46
0.15	0.85	0.52	0.48	357.55	0.10	6.07
0.20	0.80	0.58	0.42	354.85	0.10	5.50
0.30	0.70	0.67	0.34	351.15	0.10	4.63
0.40	0.60	0.73	0.27	348.45	0.10	4.04
0.50	0.50	0.78	0.22	346.25	0.10	3.52
0.60	0.40	0.83	0.18	344.35	0.10	3.14
0.70	0.30	0.87	0.13	342.45	0.10	2.87
0.80	0.20	0.92	0.09	340.65	0.10	2.69
0.90	0.10	0.96	0.04	339.65	0.10	2.53
0.95	0.05	0.98	0.02	338.15	0.10	2.45
1.00	0.00	1.00	0.00	337.65	0.10	

Teht 2. Haihduttimessa väkevöidään 5 m-% NaOH:n vesiliuosta, jonka lämpötila on 70 °C. Liuoksesta poistuu haihduttimessa vettä 13 kg/h ja haihduttimen paine on 1 bar(abs). Suolaliuoksen väkemöimiseen käytetään 15 kg/h kylläistä höyryä, jonka paine on 3,6 bar(abs). Kokonaislämmönsiirtokerroin haihduttimessa on 1,0 kW/(m² K).

- Laske tuotetun suolaliuoksen pitoisuus ja massavirta
- Kuinka suuri on haihduttimen lämmönsiirtopinta-ala ?

Teht 3. Fermentorissa käymisprosessin tuloksena vapautuu kaasumaista hiilidioksidia ja sen mukana haihtuu hieman etanolia höyrynä. Etanoli absorpoidaan hiilidioksidivirrasta puhtaaseen veteen seulapohjakolonissa. Kolonniin tulevan kaasuvirran moolimäärä on 180 kmol/h, josta etanolia on 2 mol-%. Etanolista halutaan poistaa 97 %. Voit olettaa että tehtävässä tarkastellaan vain etanolin aineensiirtoa, ja kolonissa on isoterminen ja isobaarinen olosuhde.

Kolonni operoi 101.325 kPa(abs) paineessa ja 30 °C lämpötilassa. Tasapainokäyrää voidaan aproksimoida suoralla $y_{\text{EtOH}} = 0.621x_{\text{EtOH}}$.

- Määritä minimi liuottimen (veden) ja syötön (kaasu) suhde.
- Jos liuottimen syöttö on 1.5 kertainen minimimäärään nähden, montako ideaaliaskelta kolonniin tarvitaan.
- Jos oletetaan että HETP=0.46 m, niin kuinka korkea täytekappalekolonni tarvitaan

Teht 4. Levyä kuivataan kuivaimessa. Levyn kiintoainemassa on 10 kg. Levyä kuivataan vain toiselta puolelta. Levyn yhden puolen pinta-ala on 1 m². Levyn alkukosteus on 0,20 kg H₂O / kg k.a..

Kuivaus tapahtuu aluksi vakionopeusalueella kosteuteen 0,10 kg H₂O / kg k.a. ja tämän jälkeen kuivaus tapahtuu alenevan nopeuden alueella.

Kuivauksen toinen kriittinen piste on kohdassa 0,02 kg H₂O / kg k.a., jolloin kuivausnopeus on $350 \cdot 10^{-6}$ kg H₂O / (m²s).

Kuivaus tapahtuu puhaltamalla ilmaa kohtisuoraan kuivattavan levyn pintaan. Ilman massavirtausnopeus on 10 kg / (m²s). Kuivausilman lämpötila on 80 °C. Vakionopeusalueella nestepinnan lämpötila kiintoaineen pinnalla on 45 °C.

Kuinka kauan kestää levyn kuivaus kosteuteen 0,05 kg H₂O / kg k.a.?