

BEPÁRLÁS

- Folyamatos működésű bepárlóban 2000 kg/h 15 tömeg%-os NaOH oldatot 42 tömeg%-osra kell töményíteni. A híg oldatot 2 bar nyomáson forráspontjáig melegítve tápláljuk be a 0,2 bar nyomáson üzemelő bepárlóba. A bepárló fűtésére 1,43 bar nyomású telített vízgőzt használunk. A bepárló hővesztesége 100 kW.
 - Mennyi fűtőgőzre van szükség?
 - Mekkora fűtőfelületre van szükség, ha a korrigált hőátbocsátási tényező $1,6 \text{ kW/m}^2\text{K}$?
 - Mennyi 4,76 bar nyomású telített vízgőzre (élesgőz) van szükség, ha a fűtőgőzt az élesgőz és a bepárlás során keletkezett páragőz felhasználásával (gőzsugár injektorban) állítjuk elő?
- Egy 200 m^2 fűtőfelületű folyamatos (hőveszteséges) Robert típusú bepárlóban 20 t/h 10 tömeg%-os NaOH oldatot 21,6 t/h fűtőgőzzel 62 tömeg%-osra lehet bepárolni 20 kPa nyomáson, ha a fűtőgőz 25 °C -kal melegebb a bepárlóban lévő forró oldatnál és a bepárlandó oldatot (a bepárlási nyomáshoz tartozó) forrpontra előmelegítve tápláljuk be. Mekkora a bepárló hővesztesége és milyen látszólagos ill. korrigált hőátbocsátási tényezővel dolgozik a bepárló?
- Folyamatos bepárlóban 2 t/h 20 °C -os 15 tömeg%-os NaOH oldatot 34 tömeg%-osra kell töményíteni 0,2 bar nyomáson. Mennyi 1,25 bar nyomású telített fűtőgőzre van szükség és mekkora legyen a bepárló fűtőfelülete, ha a látszólagos hőátbocsátási tényező $570 \text{ W/m}^2\text{K}$? A bepárló hővesztesége 130 kW.
- Egy 2 bar nyomáson üzemelő folyamatos bepárlóban óránként 5000 kg 20 °C -os és 5 tömeg%-os NaOH oldatot 50 tömeg%-osra kell töményíteni. A bepárlót a híg oldat felmelegítésére használni gazdaságtalan, ezért a híg oldatot (a bepárlási nyomáshoz tartozó) forrpontra előmelegítve kell a bepárlóba betáplálni. A rendelkezésre álló telített fűtőgőz 180 °C -os, párolgáshője 2014 kJ/kg .
 - Mennyi fűtőgőz szükséges a híg oldat előmelegítésére?
 - Mennyi fűtőgőz szükséges a bepárláshoz, ha a bepárló hővesztesége 0,275 MW?
 - Mekkora fűtőfelületű bepárlóra van szükség, ha a látszólagos hőátbocsátási tényező $1150 \text{ W/m}^2\text{K}$?
- Robert típusú bepárlóban 2000 kg/h 10 tömeg%-os NaOH oldatot 33 tömeg%-osra kell töményíteni 1 bar nyomáson. A telített fűtőgőz hőmérséklete a bepárlóban lévő oldat hőmérsékleténél 20 °C -kal magasabb. A bepárló hővesztesége 100 kW, a korrigált hőátbocsátási tényező $1500 \text{ W/m}^2\text{K}$. Mennyi fűtőgőzre és mekkora fűtőfelületre van szükség? Mennyi sarjúgőz keletkezik az 1 bar nyomásra kiengedett fűtőgőz-kondenzvízből?

DESZTILLÁCIÓ

1. Atmoszferikus nyomáson működő folyamatos rektifikáló oszlopba 5 t/h metanol-víz elegyet táplálnak be, amely 25 tömeg% metanolt tartalmaz. A desztillátum 97 tömeg% tisztaságú alkohol legyen, a maradék 3 tömeg%-os.
 - a. Adják meg a desztillátum és a maradék áramokat.
 - b. Határozzák meg az elválasztáshoz szükséges elméleti tányérszámot. Az elegyet forráspontig előmelegítve táplálják az oszlopba. Az üzemeltetés a minimális refluxarány kétszeresével történik.
 - c. Számolják ki az üstben közölt és a kondenzátorban elvont hőmennyiséget. A környezet felé nincs hőveszteség.

Metanol-víz elegy egyensúlyi adatai, mol%-ban:

X	4,6	9,4	15,7	21,7	32,1	42,5	53,4	63,2	72,7	81,7	89,1
Y	26,7	40,2	53,3	60,2	68,0	74,5	79,1	82,9	88,3	92,0	95,6

	metanol	víz
móltömeg, kmol/kg	32	18
párolgáshő, J/mol	35150	40620
forráspont, °C	64,7	100

2. Folyamatos rektifikálással 2055 kg/h 70 mol%-os benzoltartalmú benzol-toluol elegyből 94 mol%-os benzoltartalmú desztillátumot és 5 mol%-os benzoltartalmú maradékot kell előállítani. A betáplálás forrponi gőz állapotú, a refluxarány 1,6.
 - a. Hány tányéros kolonnára van szükség, ha a tányérhatásfok 60%?
 - b. Felülről számítva hanyadik tányérra kell betáplálni?
 - c. Az alkalmazott refluxarány hány %-kal nagyobb a minimálisnál?
 - d. Mennyi és milyen nyomású fűtőgőzre van szükség, ha a fűtőgőz 20 °C-kal melegebb, mint az üstben lévő folyadék?
3. Egy gyártás melléktermékeként 60 tömeg%-os ecetsav keletkezik. A folyadékot tiszta ecetsav és víz elegyének tekinthetjük.
 - 3/1. A folyadék mennyi részét kell elpárologtatni szakaszos desztillációval, ha 85 tömeg%-os ecetsavat akarunk előállítani?
 - 3/2. Az elegy elválasztására folyamatos üzemű rektifikáló oszlopot használnak. A termékek 5 és 94 mol% ecetsavat tartalmaznak.
 - a. 2600 kg/h betáplálás esetén mennyi a desztillátum és a maradék a (kg/h)?
 - b. A folyadékelegyet forráspontján táplálják az oszlopba. A minimális refluxarány kétszeresét használják. Hány elméleti tányér szükséges az elválasztáshoz?

Víz-ecetsav egyensúlyi adatai:

T (forrpont), °C	x, mol%	y, mol%
115,4	5	9,2
113,8	10	16,7
110,1	20	30,2
107,5	30	42,5
105,8	40	53
104,4	50	62,6
103,2	60	71,6
102,1	70	79,5
101,3	80	86,4
100,6	90	93

4. Óránként 65 kmol 40 mol%-os benzoltartalmú benzol-toluol elegyet, atmoszferikus nyomáson, tányéros rektifikáló kolonnán 90 mol%-os benzoltartalmú desztillátumra és 5 mol%-os benzoltartalmú maradékra kell szétválasztani. A betáplálás forrponti folyadék. A benzol móltömege 78 kmol/kg, toluolé 92 kmol/kg. A benzol-toluol elegy párolgáshője 32500 kJ/kg, összetételtől függetlennek vehető.
 - a. Mennyi lesz a desztillátum és a maradék mennyisége (kmol/h, kg/h)?
 - b. Hány elméleti tányér szükséges és hányadik elméleti tányérra kell betáplálni, ha a refluxarány 2?
 - c. Mennyi fűtőgőzre és mekkora fűtőfelületre van szükség, ha a fűtőgőz hőmérséklete 25 °C-kal melegebb az üst hőmérsékleténél és a hőátbocsátási tényező 2500 W/m²K?
 - d. Mennyi hűtővízre van szükség, ha a hűtővíz ($\rho=1000$ kg/m³, $c_p=4,18$ kJ/kgK) 15 °C -os és 20 °C -t melegedhet?

5. Atmoszferikus nyomáson 100 kmol/h 60 mol%-os benzoltartalmú benzol-toluol elegyet tányéros rektifikáló kolonnán 97 mol%-os benzoltartalmú desztillátumra és 6 mol%-os benzoltartalmú maradékra kell szétválasztani. A betáplálás forrponti gőz (ill. forrponti folyadék), refluxarány 2,6. A benzol móltömege 78 kmol/kg, toluolé 92 kmol/kg.
 - a. Mennyi lesz a desztillátum és a maradék mennyisége (kmol/h, kg/h)?
 - b. Megadott refluxarány a minimális hányszorososa?
 - c. Hány elméleti tányér szükséges és hányadik elméleti tányérra kell betáplálni?
 - d. Ha a tányérhatásfok 60%, hány valódi tányérra van szükség?

Megoldás

Bepárlás:

1. $G = 1387 \text{ kg/h}$; $A = 26,9 \text{ m}^2$; $G_E = 829,4 \text{ kg/h}$
2. $Q_V = 1200 \text{ kg/h}$; $k_l = 683 \text{ W/m}^2\text{K}$; $k_{kor} = 2323 \text{ W/m}^2\text{K}$
3. $G = 1580 \text{ kg/h}$; $A = 37,6 \text{ m}^2$;
4. $G_{el\ddot{o}} = 1020 \text{ kg/h}$; $G_{bep} = 5530 \text{ kg/h}$; $A = 42,9 \text{ m}^2$
5. $G = 1973 \text{ kg/h}$; $A = 39,2 \text{ m}^2$; $G_S = 149 \text{ kg/h}$

Desztilláció:

1. $D = 37,47 \text{ kmol/h} = 1170 \text{ kg/h}$, $W = 209,9 \text{ kmol/h} = 3830 \text{ kg/h}$; $R_{min} = 1,155$;
 $R = 2,31$; $n_{elm} = 8 \dots 9$; $Q_{\ddot{u}st} = 5,02 \cdot 10^6 \text{ kJ/h}$; $Q_{kond} = 4,39 \cdot 10^6 \text{ kJ/h}$
- 2/1 $D = 665,9 \text{ kg/h}$; $W = 1374,5 \text{ kg/h}$; $x_w = 60,1 \%$; $T_F = T_G = 88 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3/1. 92,9%
- 3/2. $D = 1191,5 \text{ kg/h}$; $W = 1408,8 \text{ kg/h}$; $n_{elm} = 17$ ($R_{min} = 1,676$)
4. $D = 2125 \text{ kg/h}$; $W = 3491 \text{ kg/h}$; $R_{min} = 1,25$; $n_{elm} = 9 + \ddot{u}st$; $n_F = 5$; $n_{min} = 6$ ($5 + \ddot{u}st$);
 $G = 1207 \text{ kg/h}$; $A = 11,6 \text{ m}^2$; $W = 31,2 \text{ m}^3/\text{h}$
5. $D = 59,3 \text{ kmol/h} = 4653 \text{ kg/h}$; $W = 40,7 \text{ kmol/h} = 3706 \text{ kg/h}$; 52%-kal (177%-kal) gőz (ill. folyadék) betáplálásnál, ($R_{min} = 1,69/0,94$); $n_{elm} = 9 + \ddot{u}st$; $n_F = 5$; $n_{val} = 15 + \ddot{u}st$;