

$$dQ_2 = k \cdot F(\vartheta - t) \cdot di = r dV \quad (1-68)$$

Az (1-4) egyenletet deriválva, figyelembe véve, hogy b_1 szakaszos bepárlás során változik (ezért helyébe $b - t$ írunk), dV -re a következő összefüggést nyerjük:

$$dV = \frac{S_o \cdot b_o}{b^2} db \quad (1-69)$$

Ezt (1-68) egyenletbe behelyettesítve, majd a kapott egyenletet integrálva az elpárologtatás időszükségletére a következő összefüggés adódik:

$$i_2 = \frac{S_o \cdot b_o}{F} \int_{b_o}^{b_1} \frac{r}{k(\vartheta - t)b^2} db \quad (1-70)$$

Az egyenletben szereplő integrál értéke grafikusan határozható meg.

1.5 Feladatok

1. Bepárlással 20 t/h 20% cukortartalmú oldatot 40%-osra akarunk betöményíteni.

Mennyi a bepárlóba belépő és abból kilépő cukor mennyisége?

$$B = 20 \cdot 0,2 = 4,0 \text{ (t/h)}$$

Mennyi a bepárlóból kilépő 40%-os oldat mennyisége?

$$B = S_o \cdot b_o = S_1 \cdot b_1$$

$$\text{ahonnan } S_1 = S_o \frac{b_o}{b_1} = 20,0 \frac{0,2}{0,4} = 10,0 \text{ (t/h)}$$

Mennyi vizet kell a bepárlóban elpárologtatni?

$$V = S_o - S_1 = 20,0 - 10,0 = 10,0 \text{ (t/h)}$$

2.

A bepárlásnál a koncentrációt úgy is ki szokták fejezni, hogy megadják az 1 kg szárazanyag mellett jelenlevő oldószermennyiséget. Az 1 kg szárazanyagra vonatkoztatott számolás azért célszerű, mert a szárazanyag mennyisége a bepárlás folyamán nem változik.

Pl.	tömeg%	tömegviszony	tömeg%	tömegviszony
100	$\frac{V}{B} = \frac{0}{100} = 0$		8	$\frac{100-8}{8} = 11,5$
50	$\frac{V}{B} = \frac{50}{50} = 1$		12	$\frac{100-12}{12} = 7,33$
25	$\frac{V}{B} = \frac{75}{25} = 3$		15	$\frac{100-15}{15} = 5,67$
20	$\frac{V}{B} = \frac{80}{20} = 4$		18	$\frac{100-18}{18} = 4,56$
10	$\frac{V}{B} = \frac{90}{10} = 9$		30	$\frac{100-30}{30} = 2,33$
5	$\frac{V}{B} = \frac{95}{5} = 19$		40	$\frac{100-40}{40} = 1,5$

A tömegviszonyból tömeg%-ba való átszámítás:

tömegviszony	tömeg%	tömegviszony	tömeg%
$\frac{V}{B}$	$\frac{B}{V+B} = \frac{\frac{B}{B}}{\frac{V}{B} + \frac{B}{B}}$	2,5	$\frac{1}{1+2,5} = 0,286=28,6\%$
0,5	$\frac{1}{0,5+1} = 0,667=66,7\%$	3	$\frac{1}{1+3} = 0,25=25\%$
1	$\frac{1}{1+1} = 0,5 = 50\%$	3,5	$\frac{1}{1+3,5} = 0,222=22,2\%$
1,5	$\frac{1}{1+1,5} = 0,4 = 40\%$	4	$\frac{1}{1+4} = 0,20=20\%$
2	$\frac{1}{1+2} = 0,333 = 33,3\%$	5	$\frac{1}{1+5} = 0,1666=16,67\%$

3. Az elpárolgatatandó víz mennyisége a szárazanyagra vonatkoztatott tömegviszonnyal igen egyszerűen fejezhető ki. Az 1. példa adatai: a belépő oldat x_0 koncentrációja:

$$20\% \quad x_0 = \frac{100 - 20}{20} = 4 \text{ (kg víz/kg cukor)}$$

A kilépő oldat x_1 koncentrációja:

$$40\% \quad x_1 = \frac{100 - 40}{40} = 1,5 \text{ (kg víz/kg cukor)}$$

Az eltávolítandó víz mennyisége:

$$x_0 - x_1 = 4 - 1,5 = 2,5 \text{ (kg víz/kg cukor)}$$

Az összes eltávolítandó víz mennyisége:

$$V = B(x_0 - x_1) = 4000(4 - 1,5) = 10\,000 \text{ (kg/h)}$$

$$V = 10 \text{ t/h}$$

4. 20 t/h 15% -os NaOH oldatot 25%-osra kell betöményíteni. A betáplálási hőmérséklet 20°C . Számítsuk ki a fűtőgőzszükségletet az entalpiakoncentráció diagram segítségével és a fűtőfelületet. A bepárlás 1 bar nyomáson történik, a hővesztés becslést értéke 230 kW. A fűtőgőz 133°C -os, nedvességet nem tartalmaz. A látszólagos hőátbocsátási együttható $900 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$.

Megoldás:

a) Az elpárolgatatandó víz mennyisége:

$$V = S_0 - S_1 \quad \text{és} \quad S_0 \cdot b_0 = S_1 \cdot b_1$$

innen

$$V = S_0 - S_0 \frac{b_0}{b_1} = 20 \left(1 - \frac{15}{25} \right) = 8,0 \text{ (t/h)}$$

b) A szükséges hőmennyiséget számítással és grafikusán is meg lehet határozni.

Számítással:

$$G i''_3 + S_0 \cdot i_0 = G i''_1 + S_1 \cdot i_1 + V i''_V + Q_V$$

i''_V = az 1 bar nyomáson távozó telített gőz entalpiája;
 $i''_V = 2675 \text{ kJ/kg}$ (táblázatból)

i_0 = -100 kJ/kg diagramból

i_1 = 125 kJ/kg diagramból

$$Q_V = 230 \cdot 3600 = 8,28 \cdot 10^5 \text{ (kJ/h)}$$

$$\begin{aligned} G (i''_3 - i''_1) &= S_1 \cdot i_1 - S_0 \cdot i_0 + V i''_V + Q_V = \\ &= (2 \cdot 10^4 - 0,8 \cdot 10^4) \cdot 125 - 2 \cdot 10^4 (-100) + 0,8 \cdot 10^4 \cdot 2675 + 8,28 \cdot 10^5 = \\ &= 2,57 \cdot 10^7 \text{ (kJ/h)} \end{aligned}$$

$$Q = 7,15 \text{ MW}$$

Szerkesztéssel:

A grafikus szerkesztésnél figyelembe vesszük, hogy az elpárologatáskor először túlhevített gőz keletkezik. A gőz 111 °C -on távozik (diagramból).

Mivel a diagram nem elég hosszú ahhoz, hogy az 1 bar nyomású, 111 °C -os gőz entalpiáját is le lehessen róla olvasni, felső részén egy segédskála van; mi az 1 bar jelzésű segédskálán a 111 értékhez tartozó vonalon át szerkesztjük a gőzizotermát.

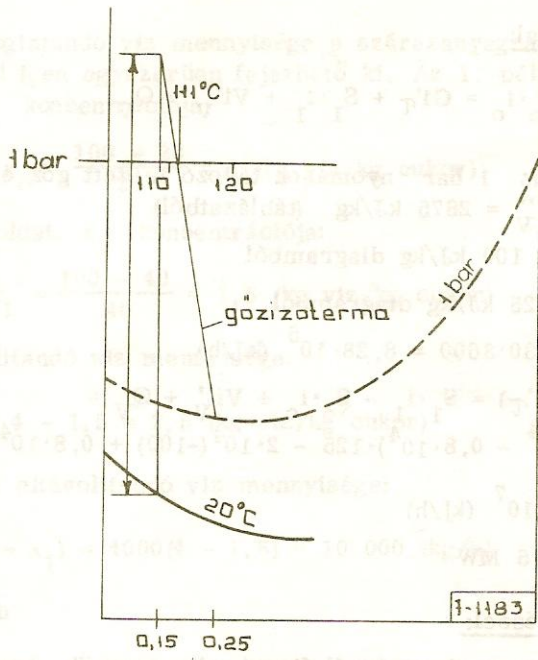
A gőzizoterma tulajdonképpen a két "szételegyedő" fázist összekötő egyenes: egyik végpontja a bepárlás eredményeképpen keletkező oldat, másik végpontja a keletkező pára állapotát ábrázoló pont.

Szerkesztése: a 25% -os, 1 bar nyomáson forrponton levő oldatnak megfelelő pontot összekötjük az 1 bar segédskálán 111 °C -hoz tartozó ponttal.

Ahol ez az egyenes metszi az S_0 pontból emelt függőlegest, az az elegypont. Az elegypont entalpiája és a kiindulási oldat entalpiája közti különbség (q) az a hőmennyiség, amit 1 kg kiindulási oldattal közölni kell.

Diagramból: $q = 1240 \text{ kJ/kg}$

$$Q = S_0 \cdot q + Q_V = 20 \cdot 1240 \cdot 10^3 + 8 \cdot 10^5 = 2,56 \cdot 10^7 \text{ (kJ/h)} = 7,11 \text{ (MW)}$$



1.8 ábra

c) A gőzszükséglet:

A 133 °C-os telített gőz párolgáshője 2165 kJ/kg

$$G = \frac{Q}{r_{\text{g}}} = \frac{2,56 \cdot 10^7}{2165} = 1,18 \cdot 10^4 \text{ (kg/h)} = 11,8 \text{ (t/h)}$$

d) A fűtőfelület:

A fűtőfelületen a hőveszteség nem megy át:

$$Q_1 = 6,88 \text{ MW}$$

A látszólagos hőfokkülönbség:

$$\Delta t = 133 - 100 = 33 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

A látszólagos hőátbocsátási együttható: $900 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

$$F = \frac{Q_1}{k \Delta t} = \frac{6,88 \cdot 10^6}{900 \cdot 33} = 232 \text{ (m}^2\text{)}$$