

$$\Delta t_{3 \text{ corr}} = \frac{\frac{q_3}{k_3 \text{ corr}}}{q_1} \cdot \Delta t_{1 \text{ corr}}$$

$$\Delta t_{n \text{ corr}} = \frac{\frac{q_n}{k_n \text{ corr}}}{q_1} \cdot \Delta t_{1 \text{ corr}}$$

A hőfokkülönbségeket összegezve:

$$\sum \Delta t_{i \text{ corr}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{k_i \text{ corr}}}{q_1} \cdot \Delta t_{1 \text{ corr}} \quad (1-51)$$

amiből

$$\Delta t_{1 \text{ corr}} = \frac{q_1}{\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{k_i \text{ corr}}} \cdot \sum \Delta t_{i \text{ corr}} \quad (1-52)$$

Az (1-52) egyenlet analógiájára a többi test hőmérsékletkülönbsége:

$$\Delta t_{2 \text{ corr}} = \frac{\frac{q_2}{k_2 \text{ corr}}}{\sum \frac{q_i}{k_i \text{ corr}}} \cdot \sum \Delta t_{i \text{ corr}} \quad (1-53)$$

$$\Delta t_{n \text{ corr}} = \frac{\frac{q_n}{k_n \text{ corr}}}{\sum \frac{q_i}{k_i \text{ corr}}} \cdot \sum \Delta t_{i \text{ corr}} \quad (1-54)$$

Az (1-52)...(1-54) egyenletekkel számított hőmérséklet-különbségekkel ismételjük meg a fűtőfelület számítását.

### 1.3.1.5 A hasznos hőmérséklet-különbség elosztása az összfelületek minimumának feltétele alapján

Két tetszőleges bepárlótestre felírhatjuk:

$$F_m = \frac{q_m}{k_m \cdot \Delta t_m} \quad (1-55)$$

$$F_k = \frac{q_k}{k_k \cdot \Delta t_k} \quad (1-56)$$

Legyen a két testre eső összes hasznos hőmérséklet-különbség  $\Sigma \Delta t$ , akkor

$$\Delta t_m = \Sigma \Delta t - \Delta t_k \quad (1-57)$$

A két test összes felülete:

$$F_{\text{ö}} = F_m + F_k = \frac{q_m}{k_m (\Sigma \Delta t - \Delta t_k)} + \frac{q_k}{k_k \cdot \Delta t_k} \quad (1-58)$$

A minimális fűtőfelület az (1-58) egyenlet minimumaként adódik, azaz

$$\frac{d \cdot F_{\text{ö}}}{d(\Delta t_k)} = 0 \quad (1-59)$$

$$\frac{d \cdot F_{\text{ö}}}{d(\Delta t_k)} = \frac{q_m}{k_m (\Sigma \Delta t - \Delta t_k)^2} - \frac{q_k}{k_k \cdot \Delta t_k^2} = 0 \quad (1-60)$$

$$\Delta t_k = \sqrt{\frac{\frac{q_k}{k_k}}{\frac{q_m}{k_m}}} \cdot \Delta t_m \quad (1-61)$$

Az 1.3.1.4 fejezetben részletezett gondolatmenet alapján az (1-61) egyenletből a hőmérséklet-különbségek elosztására az alábbi összefüggést kapjuk:

$$\Delta t_1 = \frac{\sqrt{\frac{q_1}{k_1}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{q_i}{k_i}}} \sum_{i=1}^n \Delta t_i \quad (1-62)$$

### 1.3.1.6 Többtestes bepárlók számítása az egyes testek anyag- és entalpiamérlege alapján

Az egyes testek entalpiamérlegét Merkel-diagram birtokában a teljes oldatmennyiségekre, Mollier-diagram birtokában 1 kg szárazanyagra és diagram hiányában a fajhők segítségével írhatjuk fel.

Az 1 kg szárazanyagra felírt entalpiamérlegek a következők, pl. 3 test esetén:

I. test

$$i_0 + g \cdot r_{\phi 1} = i_1 + w_1 \cdot i_{V1} \quad \frac{\text{kJ}}{\text{kg szárazanyag}} \quad (1-63)$$

II. test

$$i_1 + v_1 \cdot r_{\phi 2} = i_2 + v_2 \cdot i_{V2} \quad (1-64)$$

III. test

$$i_2 + v_2 \cdot r_{\phi 3} = i_3 + v_3 \cdot i_{V3} \quad (1-65)$$

Az oldószer anyagmérlege

$$v = v_1 + v_2 + v_3 \quad \frac{\text{kg oldószer}}{\text{kg szárazanyag}} \quad (1-66)$$

ahol

$i_0, i_1, i_2, i_3$  az egyes testekbe belépő, ill. kilépő oldatok entalpiája, kJ/kg szárazanyag

$r_{\phi 1}, r_{\phi 2}, r_{\phi 3}$  az egyes testek fűtőgőzének párolgáshője, kJ/kg gőz

$i_{V1}, i_{V2}, i_{V3}$  az egyes testekből távozó párák entalpiája, kJ/kg gőz

$v_1, v_2, v_3$  az egyes testekben elpárolgotatott víz mennyisége, kg víz/kg szárazanyag

$g$  az első test fűtőgőzsüksége, kg gőz/kg szárazanyag

A számításokhoz szükséges közelítő entalpia- és párolgáshő-értékeket a

$$v_1 = v_2 = v_3 = \frac{v}{3}$$

feltétellel számított koncentrációkhoz és az 1.3.1.2 fejezetben leirt hőmérséklet-különbség elosztás után kapott hőmérsékletekhez olvassuk le a diagramból.

Az (1-63)...(1-66) egyenletek  $g$ ,  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  ismeretleneket tartalmaznak és ezek értéke a négy egyenlethől meghatározható.

Az így kapott  $g$ ,  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  ismeretében az egyes testekben átment hőáram, az egyes testek fűtőfelülete és az egyes testekből kilépő oldatok koncentrációja számítható.

A fűtőfelületek egyenlőtlenége esetén a hőmérséklet-különbségeket az 1.3.1.4 fejezetben leirtak alapján újból elosztjuk és a számítást az entalpiamérlegek segítségével az új koncentrációkhoz és hőmérsékletekhez addig ismételjük, míg a kapott fűtőfelületek meg nem egyeznek.

### 1.3.1.7 Többtestes bepárlók grafikus szerkesztése

A szerkesztést mind a Mollier- mind a Merkel-diagramon az egytestes bepárló szerkesztési elve alapján elvégezhetjük, az eltérés csak annyi, hogy a harmadik test fűtésénél a második testben az önelpárolgatás miatt fellépő hőmennyiséget is figyelembe kell venni.

## 1.4 Szakaszos egytestes bepárlás időszükségletének számítása

A szakaszos bepárlás időszükséglete a felmelegítési és az elpárolgatási időből tevődik össze.

A felmelegítési idő a hőtanból ismert

$$Q_1 = k \cdot F \cdot \Delta t_{\text{átl}_1} \cdot i_1 \quad \text{kJ} \quad (1-67)$$

összefüggésből fejezhető ki.

Az elpárolgatás során az oldat töményedése miatt az oldat hőmérséklete mellett a hőátadási tényező is változik, ezért a folyamatra csak differenciálegyenlet írható fel. A differenciális hőmérleg figyelembe véve, hogy az átment hő párolgatásra fordítódik

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

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 elpárolgatás 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 be-töményíteni.

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 elpárolgatni?

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