

x_2 $\frac{\text{kg oldószer}}{\text{kg szárazanyag}}$ koncentrációjú oldattal. Az elegyítés után kapott oldat paraméterei: B_E , x_E , t_E , i_E (1.4 ábra).

Anyagmérleg a szárazanyagra:

$$B_1 + B_2 = B_E \quad (1-23)$$

Az oldószer anyagmérlege:

$$B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 = B_E \cdot x_E \quad (1-24)$$

Az elegyítés entalpiamérlege:

$$B_1 \cdot i_1 + B_2 \cdot i_2 = B_E \cdot i_E \quad (1-25)$$

Az (1-23), (1-24) és (1-25) egyenletekből az 1.2.1.1 fejezetben levezetett analógia alapján az (1-22) egyenletnek formailag megfelelő

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad (1-26)$$

összefüggéshez jutunk.

Az (1-26) egyenlet szerint az "emelőszabály" a Mollier-diagramban is érvényes, csak az összefüggésben az oldatok aránya helyett a szárazanyag-tartalmak aránya szerepel.

1.2.2.2 Higitás Mollier-diagramon

A Mollier-diagramon a tiszta oldószer összetétele nem ábrázolható, így a higitás nem szerkeszthető meg az elegyítés szabálya szerint. A higitás Mollier-diagramon való szerkesztése a következőképpen oldható meg:

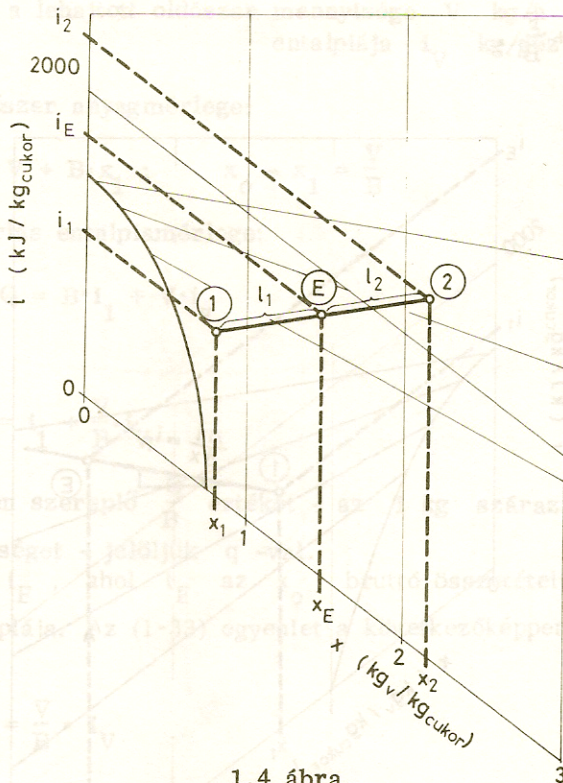
Legyen a szárazanyag mennyisége B kg/h
 a higitó oldószer mennyisége F kg/h és
 a higitó oldószer entalpiája i_F kJ/kg

Az oldószerre felírt anyagmérleg:

$$B \cdot x_1 + F = B \cdot x_E \quad (1-27)$$

A higitás entalpiamérlege:

$$B \cdot i_1 + F \cdot i_F = B \cdot i_E \quad (1-28)$$



1.4 ábra
Elegyítés Mollier-diagramon

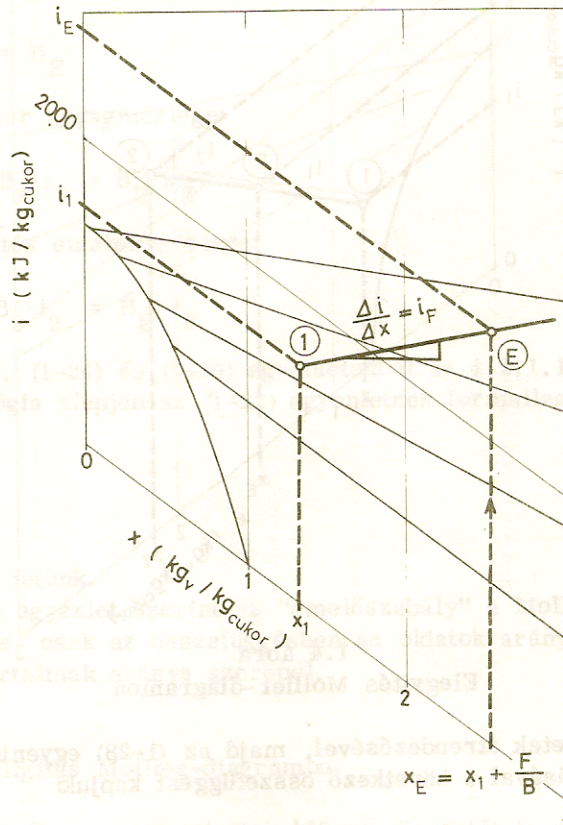
Az egyenletek átrendezésével, majd az (1-28) egyenlet (1-27) egyenlettel való osztásával a következő összefüggést kapjuk:

$$\frac{i_E - i_1}{x_E - x_1} = i_F \quad (1-29)$$

Az egyenlet szerint a higitás során az oldat állapota a higitó oldó-
szer entalpiájának megfelelő iránytangensű egyenes mentén változik és ez
az egyenes az (i_1, x_1) ponton halad keresztül. Az i_F iránytangensnek
a ferde koordináta-rendszerben történő megszerkesztésére a diagramon
körbe segédskálát szerkesztenek. A segédskála megfelelő pontját a koor-
dináta-rendszer origójával összekötve a ferde koordináta-rendszerben
 i_F iránytangenset kapunk és ennek az (i_1, x_1) ponton keresztüli párhuzamos
eltolásával kapjuk a kívánt egyenest. Az \textcircled{E} pont helyét az egye-
nesen az anyagmérlegből számíthatjuk ki:

$$x_E = x_1 + \frac{F}{B}$$

(1-30)



1.5 ábra
Higitás Mollier-diagramon

1.2.2.3 Bepárlás Mollier-diagramon

S_0 kg/h B kg/h szárazanyagot tartalmazó x_0 koncentrációjú, i_0 entalpiájú oldatot P nyomáson x_1 koncentrációra akarunk bepárolni. Megszerkesztendő a bepárlás hőszüksége (1.6 ábra). A "mérlegszabály" itt sem alkalmazható, mivel a gőz állapota sem ábrázolható a Mollier-diagramon.

A szerkesztésben az anyag- és entalpiamérleget használjuk fel.

Legyen a lehajtott oldószer mennyisége V kg/h
entalpiája i_V kg/gőz

Az oldószer anyagmérlege:

$$B \cdot x_0 = V + B \cdot x_1 ; \quad x_0 - x_1 = \frac{V}{B} \quad (1-31)$$

A bepárlás entalpiamérlege:

$$B \cdot i_0 + Q = B \cdot i_1 + V \cdot i_V \quad (1-32)$$

ill.:

$$i_0 + \frac{Q}{B} = i_1 + \frac{V}{B} \cdot i_V \quad (1-33)$$

Az egyenletben szereplő $\frac{Q}{B}$ értékét - az 1 kg szárazanyagra befektetett hőmennyiséget - jelöljük q -val.

Az $i_0 + q = i_E$, ahol i_E az x_0 bruttó összetételű gőz-folyadék keverék entalpiája. Az (1-33) egyenlet a következőképpen írható:

$$i_E - i_1 = \frac{V}{B} \cdot i_V \quad (1-34)$$

Az (1-34) egyenlet (1-31) egyenlettel való osztása után a következő formulához jutunk:

$$\frac{i_E - i_1}{x_0 - x_1} = i_V \quad (1-35)$$

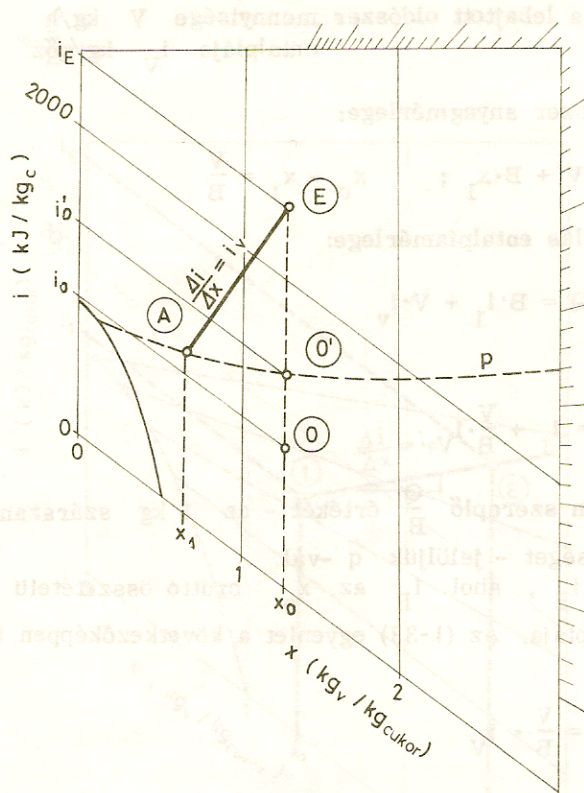
Az egyenlet szerint a bepárlás során az oldat állapota a lehajtott oldószergőz entalpiájának megfelelő irántangensű egyenes mentén változik. A szerkesztésnél a (P, x_1) ponton keresztül i_V irántangensű egyenest húzunk és az egyenes, valamint az (i_0, x_0) ponton keresztül menő függőleges metszéspontja adja az (E) pont helyét.

A bepárlás hőszükséglete 1 kg szárazanyagra vonatkoztatva:

$$q = i_E - i_0 \quad (1-36)$$

Ebből a felmelegítés hőszükséglete:

$$q_F = i'_0 - i_0 \quad (1-37)$$



1.6 ábra
Bepárlás Mollier-diagramon

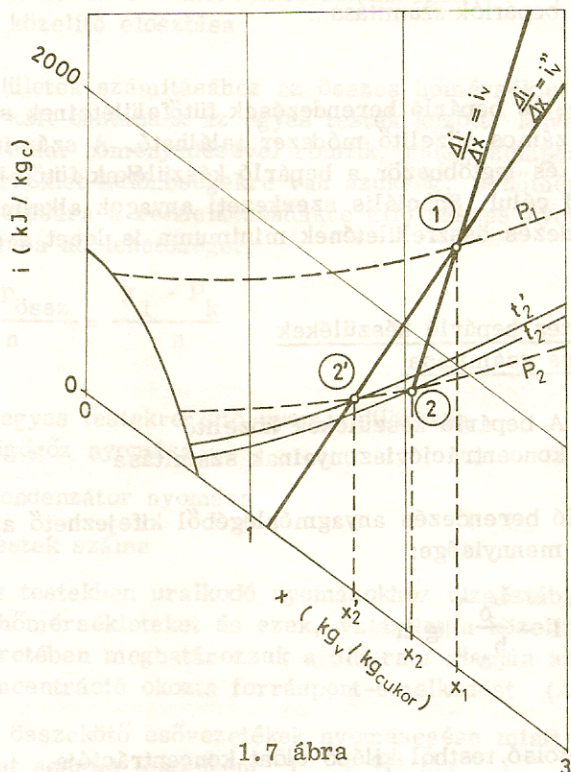
Az elpárolgatás hőszükséglete:

$$q_v = i_E - i'_O \quad (1-38)$$

1.2.2.4 Fojtás Mollier-diagramon

Ha P_1 nyomású, x_1 összetételű, t_1 hőmérsékletű oldatot P_2 nyomásra expandáltatunk, a fellépő önelpárolgatás miatt az oldat töménényedik. A betöménényedett x_2 oldat koncentrációja a fojtás Merkel-diagramon való tárgyalásához hasonlóan csak iterálással határozható meg.

Az oldat állapota a fojtás során a bepárlásra levezetett (1-35) összefüggésnek megfelelően az elvitt i_v túlhevített gőz entalpiája szerint változik, csak ez esetben i_v számértéke még ismeretlen, mivel nem tudjuk t_2 hőmérséklet értékét.



1.7 ábra
Fojtás Mollier-diagramon

Első közelítésként feltételezzük, hogy az elvitt pára telített gőz és így i_V helyett a közelítő i''_V értékével szerkesztjük meg az (i_1, x_1) ponton keresztül az i''_V iránytangensű egyenest a segédskála felhasználásával. Az így szerkesztett egyenes és a P_2 izobár metszéspontja adja a keresett x_2 és t_2 közelítő értékét, majd most a P_2 -höz tartozó t_2 hőmérsékletű túlhevített gőz i_V entalpiájával megismételjük a szerkesztést. Sok esetben a túlhevítési hő olyan kis értékű, hogy a szerkesztés megismétlésére nincs is szükség ($i''_V \approx i_V$).

1.3 Többtestes bepárlók számítása

A többtestes bepárló berendezések fűtőfelületeinek számítására az irodalomban számos közelítő módszer található. A számítás mindig iterrációs feladat és legtöbbször a bepárló készülékek fűtőfelületeinek egyenlőségét tűzi ki célul. Speciális szerkezeti anyagok alkalmazása esetén a bepárló berendezés összfelületének minimuma is lehet a számítás célja.

1.3.1 Többtestes bepárló készülékek analitikus számítása

1.3.1.1 A bepárló készülékek közelítő koncentrációviszonyainak számítása

A bepárló berendezés anyagmérlegéből kifejezhető az összes elpárologtatandó víz mennyisége:

$$V = S_o \left(1 - \frac{b_o}{b_n} \right) \text{kg/h} \quad (1-39)$$

ahol

b_n az utolsó testből kilépő oldat koncentrációja.

Feltételezzük, hogy az elpárologtatott víz mennyisége az egyes testekben azonos, és hogy 1 kg gőz 1 kg vizet párologtat el, így

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots V_n = \frac{V}{n} = G \quad (1-40)$$

ahol

V_1, V_2 stb. az egyes testekben elpárologtatott víz mennyisége.

A koncentrációk az egyes testekben:

$$b_1 = \frac{S_o \cdot b_o}{S_o - V_1}; \quad b_2 = \frac{S_o \cdot b_o}{S_o - V_1 - V_2} \dots; \quad b_n = \frac{S_o \cdot b_o}{S_o - V} \quad (1-41)$$

1.3.1.2 A hasznos hőmérséklet-különbségek közelítő elosztása

A fűtőfelületek számításához az összes hőmérséklet-különbség hasznos részét el kell osztanunk az egyes testek között. Mivel a hőátbocsátási tényező az oldat töményedésével romlik, annak kompenzálására egyre nagyobb hőmérséklet-különbségekre van szükség. A hőmérséklet-különbségek ilyen elosztására a rendelkezésünkre álló összes nyomáskülönbség arányos elosztása ad lehetőséget.

$$\Delta p = \frac{\Delta p_{\text{össz}}}{n} = \frac{\pi_1 - P_k}{n} \quad (1-42)$$

ahol

Δp az egyes testekre jutó nyomáskülönbség

π_1 a fűtőgőz nyomása

P_k a kondenzátor nyomása

n a testek száma

Az egyes testekben uralkodó nyomásokhoz vizgőztáblázatból megkapjuk a telítési hőmérsékleteket és ezek, valamint a közelítő koncentrációértékek ismeretében meghatározzuk a diagram alapján az egyes testekben fellépő koncentráció okozta forráspont-emelkedést (Δt_{conc}). Az egyes testeket összekötő csővezetékek nyomásesése miatt fellépő hőfok-esés tapasztalat szerint testenként $1...2$ °C ($\Delta t_{\text{cső}}$). Az egyes testekben a hidrosztatikus effektus miatt is hőmérséklet-vesztés lép fel. Ennek mértéke a készülék méreteitől függ (Δt_{hydr}). Attól függően, hogy számításaink során melyik hőmérséklet-vesztéseket vesszük figyelembe, háromféle "hasznos hőmérséklet-különbséggel" számolhatunk:

1. Látszólagos hasznos hőmérséklet-különbség:

$$\Delta t_{\text{látsz}} = \vartheta_1 - \vartheta_k - \sum \Delta t_{\text{cső}} \quad (1-43)$$

ahol

ϑ_1 a fűtőgőz hőfoka,

ϑ_k a kondenzátor hőfoka.

2. Korrigált hasznos hőmérséklet-különbség:

$$\sum \Delta t_{\text{corr}} = \vartheta_1 - \vartheta_k - \left[\sum \Delta t_{\text{cső}} + \sum \Delta t_{\text{conc}} \right] \quad (1-44)$$

3. Valódi hasznos hőmérséklet-különbség:

$$\sum \Delta t_{\text{val}} = \vartheta_1 - \vartheta_k - \left[\sum \Delta t_{\text{cső}} + \sum \Delta t_{\text{conc}} + \sum \Delta t_{\text{hydr}} \right] \quad (1-45)$$

A felületszámításhoz természetesen az egyes hőfokkülönbségeknek megfelelő $k_{\text{látsz}}$, k_{corr} ill. k_{val} hőátbocsátási értékkel kell számolni. Az irodalom leggyakrabban a k_{corr} értéket adja meg, így számítások nagy részét Δt_{corr} -ral végzik.

1.3.1.3 A fűtőfelületek közelítő számítása

A fűtőfelület a hőátbocsátás egyenlete alapján számíthatjuk:

$$F_i = \frac{q_i}{k_{i\text{corr}} \cdot \Delta t_{i\text{corr}}} \quad (1-46)$$

ahol

F_i az i -edik test fűtőfelülete

q_i az i -edik test fűtőfelületén át bocsátott hőáram

$k_{i\text{corr}}$ a korrigált hőátbocsátási tényező

$\Delta t_{i\text{corr}}$ a korrigált hőfokkülönbség - a fűtőgőz és az oldat hőmérsékletének különbsége.

Az át bocsátott hőáram a

$$q_i = G \cdot r_i \quad (1-47)$$

egyenlettel számítható, ahol

r_i az i -edik test fűtőgőzének párolgáshője.

1.3.1.4 Hasznos hőmérséklet-különbségek
elosztása az egyenlő fűtőfelületek
elvé alapján

Az (1-46) egyenlet alapján az első és utolsó test hőmérséklet-különbségei:

$$\Delta t_{1 \text{ corr}} = \frac{q_1}{k_{1 \text{ corr}}} \cdot \frac{1}{F_1} \quad (1-48)$$

$$\Delta t_{n \text{ corr}} = \frac{q_n}{k_{n \text{ corr}}} \cdot \frac{1}{F_n} \quad (1-49)$$

Mivel feltételezzük az $F_1 = F_i = F_n$, az (1-49) egyenlet (1-48) egyenlettel való osztása után

$$\Delta t_{n \text{ corr}} = \frac{\frac{q_n}{k_{n \text{ corr}}}}{\frac{q_1}{k_{1 \text{ corr}}}} \cdot \Delta t_{1 \text{ corr}} \quad (1-50)$$

Az (1-50) egyenlet analógiájára bármely test hőmérséklet-különbségét kifejezhetjük az első test hőmérséklet-különbségével:

$$\Delta t_{1 \text{ corr}} = \frac{\frac{q_1}{k_{1 \text{ corr}}}}{\frac{q_1}{k_{1 \text{ corr}}}} \cdot \Delta t_{1 \text{ corr}}$$

$$\Delta t_{2 \text{ corr}} = \frac{\frac{q_2}{k_{2 \text{ corr}}}}{\frac{q_1}{k_{1 \text{ corr}}}} \cdot \Delta t_{1 \text{ corr}}$$