

Ipari hűtővízrendszerek tervezésének néhány kérdése*

II. rész

Hilt László

okl. vegyipari gépészmérnök, energetikai szakmérnök
Alagi Állami Tangazdaság

3.2 Stacioner állapotra tervezés

A tervezés célja, hogy állandósult (stacioner) üzemvitelre — a veszteségek minél pontosabb számbavételével — meghatározzuk a póttápvíz-igényt.

A számított póttápvíz-áram (és figyelembe vett rész-áram) alapján a szükséges gépek és berendezések nagyságai meghatározhatók, típusai kiválaszthatók.

A hűtővízrendszer Cl^- és SO_4^{2-} iontartalma és sótartalma $t =$ végtelen idő eltelte után egyensúlyi értékre áll be, amely nem lehet magasabb a szerkezeti anyagokra (beton, szénacél stb.) megengedhető maximális értéknél, tehát $c(\infty) = C_{\text{EGY}} \leq C_{\text{H,MEG}}$.

Az ismeretlenek meghatározására szolgáló (egyensúlyi állapotra érvényes) mérlegegyenletek az 5. ábra jelöléseivel (lásd: I. rész).

1. A rendszer tömegárammérlege:

$$\dot{m}_P = \dot{m}_E + \dot{m}_{\text{CS}} + \dot{m}_L$$

A csepp (szóródási) veszteség a keringtetett víz-árammal arányos.

$\dot{m}_{\text{CS}} = \gamma \cdot \dot{m}_H$, ahol $\gamma =$ fajlagos cseppveszteség, $\gamma = f$ (konstrukció, meteorológia)

szokásos értékei: $0,002 < \gamma < 0,008$ (19)

A keringtetett hűtővíz-áram az elvont hőáramból és a választott felmelegedési mértékből számítható

$$\dot{m}_H = \frac{\dot{Q}_H}{h_{H1} - h_{H2}} = \frac{\dot{Q}_H}{C \cdot \Delta T_H}$$

$$\dot{m}_P - \dot{m}_E - \dot{m}_L = \gamma \cdot \dot{m}_H \quad 1.$$

2. Szennyezőanyagáram-mérleg:

Egyensúlyi körülmények között a rendszerbe

*A tanulmány I. része az „Energiagazdálkodás” 1987. októberi számában jelent meg.

jutó szennyezőanyag-áram megegyezik az abból eltávozó szennyezőanyag-árammal:

$$\dot{m}_P \cdot C_P = \dot{m}_E \cdot C_E + \dot{m}_{\text{CS}} \cdot C_{\text{H,MEG}} + \dot{m}_L \cdot C_{\text{H,MEG}} + \dot{m}_R \cdot C_{\text{H,MEG}}$$

Oldott szilárd alkotókra $C_E \cong 0$

A póttápvíz megengedhető betöményedése:

$$B_{\text{P,MEG}} = \frac{C_{\text{H,MEG}}}{C_P}$$

A fajlagos rész-áram: $\delta = \frac{\dot{m}_R}{\dot{m}_H}$

ahol $\delta = f$ (költségek, $B_{\text{P,MEG}}$, α , γ)

$$\dot{m}_P - B_{\text{P,MEG}} \cdot \dot{m}_L = (\gamma + \delta) \cdot B_{\text{P,MEG}} \cdot \dot{m}_H \quad 2.$$

3. A rendszer hőárammérlege:

A hűtőlevegő által konvekcióval elvitt hőmennyiséget egyelőre figyelmen kívül hagyva:

$$\dot{Q}_H + h_P \cdot \dot{m}_P = h_G \cdot \dot{m}_E + h_{H2} \cdot \dot{m}_{\text{CS}} + h_{H2} \cdot \dot{m}_L \cdot \dot{h}_P \cdot \dot{m}_P - h_G \cdot \dot{m}_E - h_{H2} \cdot \dot{m}_L = a \cdot \dot{m}_H \quad (3)$$

ahol $a = h_{H2} \cdot (\gamma - 1) + h_{H1}$

Vezessük be a következő dimenzió nélküli paramétereket

$\bar{p} = \frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_H}$ fajlagos póttápvíz-szükséglet

$\bar{e} = \frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_H}$ fajlagos elpárolgási veszteség

$\bar{l} = \frac{\dot{m}_L}{\dot{m}_H} = x$ fajlagos leiszapolási hányad

Az egyenletek alakja ezekkel:

$$1. \quad \bar{p} - \bar{e} - x = \gamma$$

$$2. \quad \bar{p} + 0 - B_{\text{P,MEG}} \cdot x = (\gamma + \delta) \cdot B_{\text{P,MEG}}$$

$$3. h_p \cdot p - h_G \cdot \bar{e} - h_{H2} \cdot x = a$$

Elsőfokú, lineáris, inhomogén, háromismeretlenes egyenletrendszer, amely például determinánsos módszerrel oldható meg.

Az elpárolgási veszteség:

$h_{H2} \approx h_p$ közelítéssel (pl. langyos meszes előlagytítás esetén):

$$\bar{e} = \frac{D_E}{D} \approx \frac{h_{H2} - h_{H1}}{h_G - h_{H2}} \quad (4)$$

$$\dot{m}_E = \bar{e} \cdot \dot{m}_H = \frac{h_{H2} - h_{H1}}{h_G - h_{H2}} \cdot \dot{m}_H = \frac{\dot{Q}_H}{r(T_{H2})} \quad (5)$$

Figyelembe véve a hűtőlevegő által konvekcióval elvitt hőáramot (amely az elpárolgási veszteséget csökkenti):

$$\dot{m}_E = k \cdot \frac{\dot{Q}_H}{r(T_{H2})} \quad \text{illetve}$$

$$\dot{m}_E = k \cdot \frac{C \cdot \Delta T_H}{r(T_{H2})} \cdot \dot{m}_H \quad (6)$$

Ahol a korrekciós tényező (14):

télen $k \approx 0,7$
nyáron $k = 0,8 \div 0,9$

Az elpárolgási veszteség gyors meghatározására javasolt összefüggés (20):

$$\dot{m}_E = 0,001 \cdot \Delta T_H \cdot \dot{m}_H = \alpha \cdot \dot{m}_H \quad (7)$$

($k \cdot \bar{e} < \bar{e} > \alpha$!)

Az elpárolgási veszteség ismeretében a további tömegáramok számíthatók

Leiszapolási hányad:

$$\dot{m}_L = \frac{\dot{m}_E}{B_{P,MEG}^{-1}} = \dot{m}_R \cdot \frac{B_{P,MEG}}{B_{P,MEG}^{-1}} = \dot{m}_{CS} \quad (8)$$

A fajlagos leiszapolási hányad:

$$x = \frac{\alpha}{B_{P,MEG}^{-1}} = \delta \cdot \frac{B_{P,MEG}}{B_{P,MEG}^{-1}} = \gamma \quad (9)$$

Amint látható, a fajlagos leiszapolási mérték még zérus részáram ($\delta = 0,00$) esetén is bizonyos körülmények között negatív értéket is felvehet.

Nem megfelelő konstrukció (rossz hatásfokú cseppleválasztás), kedvezőtlen meteorológiai viszonyok, instacioner, ill. a névleges terhelés feletti üzem, kedvező összetételű pótvíz (pl. meszesen előlagytított víz) felhasználása esetén a csepp-(szóródási) veszteség önmagában elegendő lehet a szennyanyag rendszerből történő eltávolítására, sőt

a töltetanyag nem is töményedik be megengedhető mértékig (negatív előjel esetén), zérus leiszapolás mellett sem.

A részáramos tisztító teljesítménye:

A részáramos tisztító teljesítményfokozásának a nagy méretek miatti költségek szabnak határt.

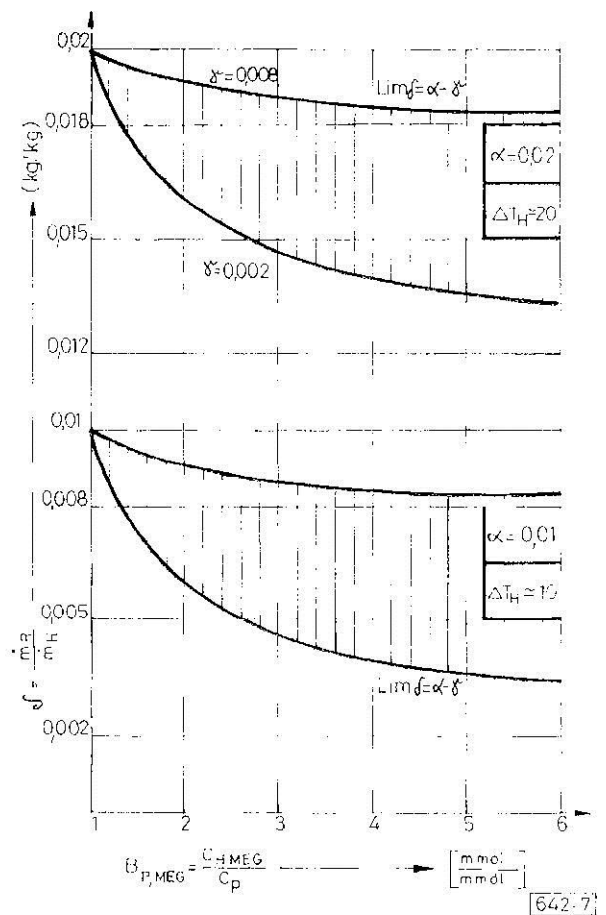
A részáramos tisztító teljesítményét úgy célszerű megválasztani, hogy az egyes vízkémiai jellemzők maximálisan megengedhető értékeit zérus leiszapolás ($x = 0,00$) esetén se lépjük túl.

$$0 = \frac{\alpha}{B_{P,MEG}^{-1}} = \delta \cdot \frac{B_{P,MEG}}{B_{P,MEG}^{-1}} = \gamma$$

A fajlagos részáramos teljesítmény tehát:

$$\delta = x = \gamma \cdot \frac{B_{P,MEG}^{-1}}{B_{P,MEG}} \quad (10)$$

A $\delta = f(B_{P,MEG})$ függvény a 7. ábrán látható. ($\lim \delta = \alpha - \gamma$)
 $B_{P,MEG} \rightarrow \infty$



7. ábra. A $\delta = f(\alpha, \gamma, B_{P,MEG})$ függvény görbéje.

A póttápvízszükséglet:

$$\dot{m}_P = \dot{m}_E + \dot{m}_{CS} + \dot{m}_L$$

$$\dot{m}_P = (\alpha + \gamma + x) \cdot \dot{m}_H \quad (11)$$

Megfelelő méretű részáramos tisztító létesítése esetén a póttápvízigény a leiszapolási hányad elmaradásával ($x = 0,00$) csökkenthető.

$$\dot{m}_P = (\alpha + \gamma) \cdot \dot{m}_H$$

$$\text{Ha } \delta \geq \alpha - \gamma \cdot \frac{B_{P,MEG}^{-1}}{B_{P,MEG}}$$

A számított adatok helyessége a rendszerbe be-, és onnan kilépő hőáramok azonossága alapján ellenőrizhető:

$$H_1 = \dot{Q}_H + \dot{m}_P \cdot h_P$$

$$H_2 = \dot{m}_E \cdot h_E + (\dot{m}_{CS} + \dot{m}_L) \cdot h_{H2} + \dot{Q}_{KONV}$$

és $H_1 \cong H_2$ -nek kell lennie.

3.3 Transziens folyamatok vizsgálata

A szennyezőanyag koncentrációváltozását leíró differenciálegyenlet:

$$m \cdot \frac{dc(t)}{dt} = \dot{C}_{BE} - \dot{C}_{KI}$$

A hűtővízrendszerbe szennyezőanyag a póttápvízzel ($\dot{m}_P \cdot C_P$) és a levegőből ($\dot{m}_{LEV} \cdot c_{LEV}$) kerül be; a leiszapolási [$\dot{m}_L \cdot c(t)$], valamint a szóródási (csepp) [$\dot{m}_{CS} \cdot c(t)$] veszteséggel és a részárammal [$\dot{m}_R \cdot c(t)$] távozik onnan.

Ennek alapján (tökéletesen keverttartalmú tankelvet feltételezve) az 5. ábra jelöléseivel:

$$m \cdot \frac{dc(t)}{dt} = \dot{m}_P \cdot C_P + \dot{m}_{LEV} \cdot C_{LEV} - \dot{m}_E \cdot C_E - \dot{m}_L \cdot$$

$$\cdot c(t) - \dot{m}_{CS} \cdot c(t) - \dot{m}_R \cdot c(t)$$

Megfelelő telepítési hely választásával, a hűtőtorny környezetének parkosításával, nyári szeles időben történő locsolásával elérhető, hogy a levegőből történő szennyeződés elhanyagolható, tehát: $\dot{m}_{LEV} \cdot C_{LEV} \cong 0$

Oldott szilárd alkotókra $C_E \cong 0$, azaz $\dot{m}_E \cdot C_E \cong 0$

$$\dot{m}_{CS} + \dot{m}_L + \dot{m}_R = \dot{m}_{KI}$$

$$m \cdot \frac{dc(t)}{dt} = \dot{m}_P \cdot C_P - \dot{m}_{KI} \cdot c(t) \quad (12)$$

A differenciálegyenlet alkalmazásai:

a) Koncentráció a feltöltéstől eltelt t idő után

A rendszert póttápvízzel feltöltve $t = 0$ időpontban $c(t) = c(0) = C_P$ peremfeltételekkel a differenciálegyenlet megoldása:

$$c(t) = \frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{KI}} \cdot C_P - \left(\frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{KI}} - 1 \right) \cdot C_P \cdot \exp\left(-\frac{\dot{m}_{KI}}{m} \cdot t\right) \quad (13)$$

Jellemző a rendszer kialakítására, ill. „beállításra” a koncentráció változásának relatív sebessége: $C_{EGY} \gg C_P \cong 0$

$$\lambda = \frac{1}{c(t)} \cdot \left(\frac{dc(t)}{dt} \right) = \frac{\dot{m}_{KI}}{m} = \frac{1}{\bar{t}_{SZ}}$$

A koncentráció változás relatív sebessége tehát a szennyezőanyag átlagos benntartózkodási idejének reciprokával egyezik meg.

A töltet átlagos keringési ideje:

$$\bar{t} = \frac{m}{\dot{m}_H}$$

A szennyezőanyag átlagos benntartózkodási ideje pedig:

$$\bar{t}_{SZ} = \frac{m}{\dot{m}_{KI}} = \frac{m}{(\gamma + X + \delta) \cdot \dot{m}_H} = \bar{t} \cdot \frac{1}{\gamma + X + \delta} \quad (14)$$

Mivel a szóródási veszteség átlagosan $\gamma = 0,5\%$ részáramos tisztító nélkül, a szokásos $x = 1-2\%$ leiszapolás mellett:

$$\bar{t}_{SZ,1} = \frac{1}{0,005 + 0,01} \cdot \bar{t} = 66,6 \cdot \bar{t}$$

$$\bar{t}_{SZ,2} = \frac{1}{0,005 + 0,02} \cdot \bar{t} = 40 \cdot \bar{t}$$

Azaz a szennyezőanyag átlagosan mintegy negyvenszer—hetvenszer forog körbe (lehül és felmelegszik), és elegendően hosszú idő áll rendelkezésére ahhoz, hogy a káros fizikai-kémiai reakciók (korrozó, lerakódás) lejátszódhassanak.

A szennyezőanyag átlagos benntartózkodási idejét részáramos tisztító létesítésével lehet gazdaságosan csökkenteni.

b) A cseppvesztés (\dot{m}_{CS}) meghatározása

A differenciálegyenlet segítségével adott hűtő-

torony konstrukciónál meghatározhatjuk annak szóródási, illetve cseppvesztését rögzített körülmények és meteorológiai viszonyok mellett.

$t = t_0 = 0$ időpontban feltöltjük a rendszert pót-vízzel [$c(t)t = c(t_0) = c_P = \text{adott}$]. Elzárjuk a leiszapoló szerelvényt ($\dot{m}_L = 0$), és a rendszert adott t (pl. $t = 10$ nap) ideig leiszapolás-mentesen üzemeltetjük. Ekkor megmérjük a betöményedett hűtővíz vízkémiai jellemzőit (pl.: Cl^- ion, vagy összes sótartalom, vagy SO_4^{2-} ion).

A $c(t) =$ mért értéket és $\dot{m}_{KI} = \dot{m}_{CS}$ feltételt (2)-be helyettesítve \dot{m}_{CS} iterálással meghatározható°

c) A betöményedésig szükséges idő (t_B)

Adott c_P pótvíz és $C_{H,MEG}$ maximálisan megengedhető koncentráció esetén kérdés, hogy a rendszert pótvízzel feltöltve mikorra töményedik az be c_P -ről $C_{H,MEG}$ értékre.

A rendszert pótvízzel feltöltjük a tároló, tartályok m_{MIN} térfogatáig. Leiszapoló szerelvény zárva $\dot{m}_L = 0$. Névleges teljesítménnyel járva megkezdjük az üzemeltetést, \dot{m}_P pótvízáramot az úszós szabályozó szelep megkerülésével, folyamatosan és mérve adjuk.

A betöményedésig eltelt idő:

$$t_B = - \frac{\dot{m}}{\dot{m}_{CS}} \ln \frac{\frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{CS}} \cdot C_P - C_{H,MEG}}{\frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{CS}} C_P - C_P} \quad (15)$$

t_B idő eltelte után

$c(t_B) = c_{EGYENSÜLYI} = c_{\infty} \cong C_{H,MEG}$

$$\dot{m} = \frac{m_{MIN} + m_{MAX}}{2}$$

Ekkor nyitjuk a leiszapoló szerelvényt és pontosan beszabályozzuk az \dot{m}_L leiszapolási hányadot. Ezután a pótvizet az úszós hozzáfolyás-szabályozó adagolja.

d) A hűtővízmedencék gazdaságos térfogata

A 6. ábra jelölései alapján a rendszer töltettömegének változása a betöményítés (leiszapolás-mentes üzem) t_B ideje alatt

$$\Delta m = \dot{m}_L \cdot t_B \quad (5)$$

Ekkora minimális pufferkapacitással kell, hogy a tárolótartályok rendelkezzenek.

A maximális töltettömeg:

$$m_{MAX} = m_{MIN} + \Delta m$$

$m_{MIN} = f$ (medencék hidraulikája, szivattyúk konstrukciója)

3.4 Nedves hűtőtornyos hűtőrendszer vízüzemének kialakítása

A 3.2 és 3.3 pontokban a nyitott keringtetett hűtővízrendszerek tranziens folyamatait és a stationer állapotra való tervezés irányelveit ismertettük.

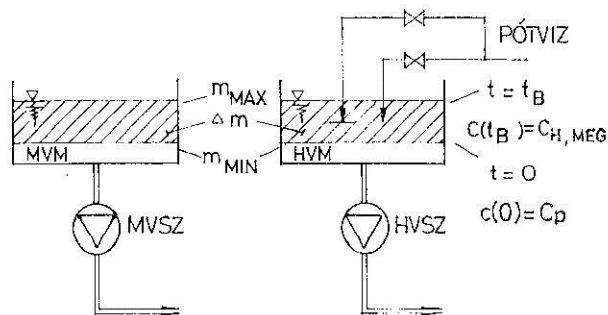
A következőkben a korrózió és lerakódásmentes üzemeltetés főbb feltételeit foglaljuk össze.

A hazai gyakorlat, a hazai és nemzetközi irodalom az alább felsorolt főbb paraméterek együttes figyelembevételével ad útmutatást a hűtővízrendszerek (beleértve a nedves hűtőtornyos úgynevezett nyitott-keringtetett hűtések is) kialakítására.

- A rendszerbe épített szerkezeti anyagok fajtája (C-acél, rozsdamentes acél, Cu-Cu ötvözetek, Al, beton stb.), valamint az egyes anyagok vízzel érintkező felületének részaránya az összfelületből [16, 17].
- A vízzel hűtött technológiai berendezések konstrukciós kialakítása (áramlási holtterek, feszültséggyűjtő helyek stb. = növekvő korrózióveszély) [22].
- A vízzel hűtött technológiai berendezések hőátadó felületek átlagos hőárama (W/m^2), illetve hőáram eloszlása. (Egyes esetekben, mint például a szénhidrogén lángok környezetében a lokális hőáram sokszorosa lehet az átlagosnak.) Nagyobb hőáram = magasabb hőmérséklet = növekvő korrózió [23].

A betöményedésig szükséges idő:

$$t_B = - \frac{\dot{m}}{\dot{m}_{CS}} \ln \frac{\frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{CS}} \cdot C_P - C_{H,MEG}}{\frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{CS}} \cdot C_P - C_P} \quad (h)$$



A rendszer töltettömegének változása

$$\Delta m = \dot{m}_L \cdot t_B \quad (kg)$$

$$\dot{m} = \frac{m_{MIN} + m_{MAX}}{2}$$

642-6

6. ábra. A tárolótartályok gazdaságos térfogata

- d) A vízzel hűtött technológiai berendezésekben uralkodó áramlási sebesség, illetve annak eloszlása (alacsonyabb sebességeknél a lerakódások miatti korrózió, magasabb sebességeknél erózió) [16], [6].
- e) A nyitott — nedves hűtőtornyos — berendezés telepítési helye. Egészen más vízüzemet kíván egy erdő közepére, illetve egy erősen szennyezett iparvidékre (Budapest, Miskolc stb.) telepített rendszer.
A szennyezett levegőt a hűtőtornyról lecsurgó víz tökéletesen „tisztára mossa”, miközben a 9. táblázat szerinti anyagokat felveszi, vagy egyes elemeket (pl.: CO₂) le is ad(hat), sőt egyes folyamatok (néha ciklikusan) meg is fordulhatnak, például a meteorológia változása miatt [15], [24]. Kialakulhat pH stb. lengés is.
- f) *Metallográfia, szövetszerkezet*
Azonos anyagminőségben belül, bizonyos körülmények között a szövetszerkezeti különbség (perlit—ferrit—ausztenit), illetőleg felületi folytonossági hiányok korrózió forrásai lehetnek [26].
- g) A rendelkezésre álló póttápvíz eredete, előkezelése, fizikai és kémiai tulajdonsága (teljes vízelemzés, kation-és anionmérték, Ca-tartalom, KMnO₄ fogyasztás, ionos és kolloid Fe, SiO₂, KOI, BOI₄, SZCO₂, CH₄, NH₃, Cl₂, SO₂, O₂ stb. tartalom) [26].
- h) A nedves hűtőtornyos hűtési rendszerek elpárologtatási vesztesége (m_E), a hazai és nemzetközi gyakorlat alapján a keringtetett vízáramra (m_H) vonatkoztatva 1—2%, (télen kevesebb, nyáron több). Ezen veszteség nagyságrendje az elvont hőáramtól függ [19], [20].
- i) A szóródási, illetve cseppvesztés (m_{CS}) — ami tulajdonképpen leiszapolási, illetőleg sótalanítási veszteségként is felfogható — a konstrukciós kialakítás és a helyi meteorológiai körülményektől függően 0,2—0,8%. [19].
Gazdaságosan méretezett és szakszerűen üzemeltetett hűtőtornyos vízüzemnél tehát a rendszer térfogata, a keringtetett vízáram nagysága stb. úgy van meghatározva, hogy
- $$\frac{m_E}{m_{CS}} = 2,5 \text{ és } 7,5 \text{ között legyen.}$$
- j) Miután az elpárologtatási veszteség általában többszöröse a csepp (szóródási) veszteségnek, egyes vízkémiai jellemzők túlzott mértékű betömnyedésének elkerülése érdekében (SÓ, KK, ÖK, Cl⁻, SO₄²⁻ stb.) az üzem irányítására leiszapolási (sótalanítási) mértéket is előírnak.
Ez a rendszer szerkezeti anyagainak ismeretében a legkritikusabb vízkémia-jellemzők megengedhető határértékeire vonatkozik [7], [8], [16], [17].
- k) A nemkívánatos kémiai reakciók (korrózió, lerakódás, biológiai élet stb.) elkerülése érdek-

ben a póttápvíz előkészítésén kívül, a rendszer kialakításakor terbe vesznek:

- a betömnyedő keménység miatt stabilizáló, komplexképző, illetve diszpergáló inhibítort (Na-hexametafoszfát, Na-tripolifoszfát, szerves foszfátok stb.),
- a mikrobiológiai élet kialakulását gátló csirátlanító szert (13. táblázat) adagoló- és tárolóberendezéseket [32].
- a korrózió elkerülése érdekében korróziógátló inhibítort (különösen, ha a védőréteg kialakulásának feltételei nincsenek biztosítva) (14. táblázat) [27], [30].

14. táblázat

Különböző hűtővízrendszereknél alkalmazott inhibitorok

Inhibitorfajta	Hűtőrendszer típusa		
	átfolyós	keringtetett	
		nyitott	zárt
Kromátok	—	(x)	x
Nitritek	—	—	x
Borátok	—	—	x
Benzoátok	—	—	x
Szilikátok	x	x	x
Foszfátok	x	x	x
Benzotiazol	—	(x)	x
Benzotriazol	—	(x)	x
Tanninok	—	x	x
Aminok	—	—	x
Polifoszfát + Zn	—	x	(x)
Polifoszfát + Cr	—	(x)	(x)
Szerves foszfátok	—	x	(x)
Oldható olajok	—	—	x

- l) Ha a hűtőrendszer póttápvízként (meszesen) előlgyított víz kerül felhasználásra, akkor annak stabilizálására ásványi sav (HCl, H₂SO₄) adagolóberendezést terveznek [28], [29].
- m) Erősen szennyezett iparvidékre történő telepítés esetén különösen indokolt a keringtetett hűtővíz rész-, illetve teljes áramos szűrésének megvalósítása.
A megfelelő szűrési eljárás és szűrőanyag kiválasztása a helyi viszonyok gondos mérlegelésével kell, hogy történjen [29].
- n) Különösen ügyelni kell a rendszerben uralkodó áramlási sebesség min.—max. értékére, annak eloszlására, a szerkezeti anyagok, a keringtetett hűtővízben lévő lebegőanyag-tartalom és áramlási sebességek összetartozó értékpárjaira, szerves egységére [16], [31].
- o) A keringtetett hűtővíz hőmérsékleti szintje
Más és más megvilágítás alá esik, ha a keringtetett víz (főtömegében) például 25 °C alatti, 25 és 65 °C közötti, illetőleg 100 °C feletti hőmérsékleti szinten érintkezik hőátadó felülettel [7, 8, 10]. Azt is figyelembe kell venni, hogy a fal melletti határréteg hőmérséklete mindig

magasabb az átlagos főtömegi hőmérsékletnél, a nagy lokális hőáram igen gyors korrózió vagy lerakódás forrása lehet.

p) Rövidzár

Tapasztalat a gyakorlati üzemeltetés során, hogy — a nem megfelelően összehangolt hideg- és melegvíz szállítás miatt — a vízszint tartása érdekében a medencéket összekötő szerelvényt megnyitják.

A szerelvény üzem közbeni nyitott állapotában — attól függően, hogy a szivattyúk és csővezetékek munkapontja hol áll be — különböző mértékű rövidzár alakul ki.

— *meleg víz áramlik a hidegvíz-medencébe:*

A hűtőtoronyra áramló melegvíz-áram kisebb lesz a keringtetett vízárammal, aminek következtében a hidegvíz-hőmérséklet magasabb lesz a tervezettnél és monoton nő. (Lím $T_{H1} = T_{H2}$)

— *hideg víz áramlik a melegvíz-medencébe:*

A hűtőtoronyra áramló melegvíz-áram nagyobb mint a keringtetett vízáram, aminek következtében a hűtőtorony vízoldali terhelése nő (szélsőséges esetben elárasztódhat) és a rendszer cseppvesztése a tervezett értéknél magasabb.

A fent vázolt rendellenességeket elkerülendő a 8. ábra szerinti rövidzár kialakulását kerülni kell.

4. A hűtési mód és a vízelőkészítés összhangja (29)

4.1 Frissvíz-hűtés

Különösen nagy intenzitás esetén előnyben részesítik a fizikai elvű vízelő-készítési technológiákat így például felszíni víz felhasználása esetén: üleptetés, derítés és szűrés az alkalmazott víz-előkészítési mód.

Egyre gyakrabban ruháznak be különböző márkanevű (pl.: TAPROGGE, illetve MAN) folyamatos üzemű lerakódás eltávolító berendezéseket.

Réz szerkezeti anyagú kondenzátorcsövek védelméhez, illetőleg védőréteg kialakításához $Fe(II)SO_4$ adagolást irányoznak elő, folyamatos (10 ÷ 20 mg Fe/t víz), illetve szakaszos (1—2 mg Fe/t víz, 15 percen át, 4—6 óránként) üzemben.

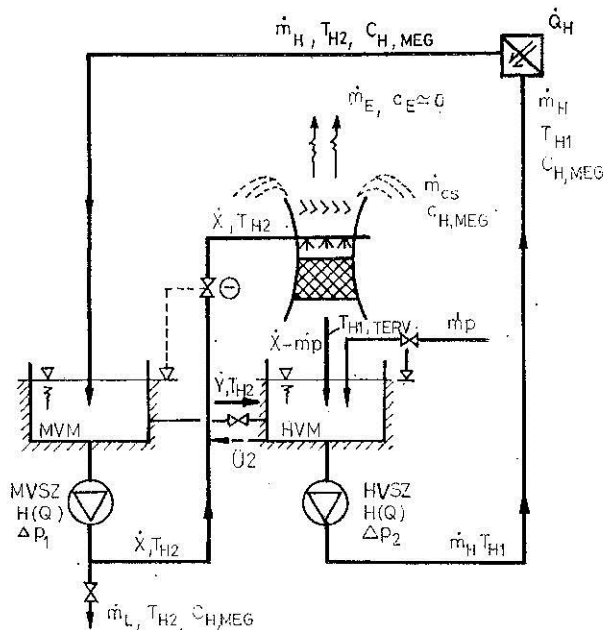
Alga elleni védelemre időszakos (lökésszerű) Cl_2 adagolást vesznek figyelembe.

Egyes esetekben kéntartalmú csírátlanítószer-adagolás hozott eredményt.

4.2 Nyitott keringtetett hűtés

Szokásos eljárás a nyersvíz „m” lúgosságának tompítására ásványi sav (HCl , H_2SO_4) adagolása komplexképzők (szerves, illetve szervesetlen polifoszfátok) adagolásával együtt. A keletkező szabad CO_2 felesleg a hűtőtoronyban eltávozik a vízből.

Használják a gyorsmészlágyítást szűréssel, ás-



Ha az Ü2 szerelvény nyitva van

A) $\dot{Y} \rightarrow$, $MVM \rightarrow HVM$, $\dot{X} < \dot{m}_H$, $T_{H1} > T_{H1,TERV}$ és monoton nő.

B) $\dot{Y} \leftarrow$, $HVM \rightarrow MVM$, $\dot{X} > \dot{m}_H$, a hűtőtorony vízoldali terhelése nő.

ELKERÜLÉS: üzem közben Ü2 zárva, újsós elfolyásszabályozó beépítése a MVSZ nyomóágába

642-8

8. ábra. Rövidzár

ványi sav- és például Zn-polifoszfát adagolással kiegészítve.

Felszíni víz esetén meszes előlagytítás és vas-sóval ($FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$) történő derítés, polielektrolit-adagolás a használatos póttápvíz-előkészítési mód.

Aktíviszap visszaforgatásos (akcelerator típusú), reaktor alkalmazása esetén a szűrőberendezés beruházása elmaradhat, mert a berendezés 5 mg/l-nél kisebb lebegőanyag-tartalmú (LA) vizet termel.

Kiegészítésként ásványi sav és például Zn-polifoszfát-adagolás használatos.

4.3 Közbenső hűtőkör

A rendszer feltöltése és a veszteségek pótlása só-talan vízzel történik. Az oxigénkorrózió elkerülése érdekében 300 mg/kg értéknél magasabb hidrazin-koncentrációt (N_2H_4) kell a rendszerben tartani. A primerkör szerves része kell, hogy legyen a térfogatkompenzátor (nyomáskiegyenlítő tartály is), amelyet oxigénbetörés ellen például N_2 párnával szükséges védeni.

A szekunder kör póttápvíz előkészítése az A), illetve a B) pontok szerint alakítandó ki.

4.4 Zárt keringtetett hűtés

A Heller—Forgó-féle hűtőtornyos erőművek hűtővíz minősége a nagy tisztaságú kazántápvíz minőségének felel meg.

Szénacél szerkezeti részekre a feliszapoló szűrés és/vagy elektromágneses szűrés a szokásos.

Alumínium szerkezeti anyag esetén a feliszapoló és/vagy elektromágneses szűrő az ionos alumínium eltávolítása érdekében kevertágyas ioncsereelő berendezéssel egészül ki.

5. Összefoglalás

A cikkben ipari hűtővízrendszerek létesítésének néhány kérdését ismertettük. Vázoltuk a korrózió- és lerakódásmentes üzemeltetés legfontosabb vízkémiai feltételeit.

A tranziens és stacioner viszonyok ismertetése, a teljesség igénye nélkül bemutatott példák semmi esetre sem vonatkoztathatók konkrét helyre telepített, nagy teljesítményű, például erőművi hűtővízrendszerekre.

A hűtővizek kezeléséhez szükséges vegyszerfelvételek kiválasztása ugyanis egy sor összetett paraméter egyidejű figyelembevételével, a helyi viszonyok gondos mérlegelésével történhet.

A szerkezeti anyagok korrózióvédelme és a megfelelő hőtáadási hatások megőrzése érdekében néha igen költséges hűtővíz-előkészítést kell tervezni.

Jó eredmény csak akkor várható, ha a korrózióvédelmet már a tervezésnél a technológiai berendezések szerkezeti megoldásainak megválasztásánál figyelembe vesszük.

A hőtáadó berendezések konstrukciójának előnytelen megválasztása (alacsony áramlási sebesség, holtterek, nem megfelelő szerkezeti anyag, heterogén alapanyagrendszer) nem pótolhatja a hűtővíz leggondosabb (néha igen költséges) vegyszeres kezelése sem.

Jelölések

Tömegáramok kg/s

\dot{m}_p	a pótvíz tömegárama
\dot{m}_B	az elpárolgási veszteség
\dot{m}_{CS}	a csepp(szóródási) veszteség
\dot{m}_L	a leiszapolási veszteség
\dot{m}_H	a keringtetett hűtővízáram
\dot{m}_R	a részáram
\dot{m}_{LEV}	a hűtőlevegő árama
\dot{m}_{RI}	a rendszerből szennyezőanyagot eltávolító tömegáramok összege

Tömegek kg

m	a rendszer töltettömege
\bar{m}	a rendszer átlagos tömege
m_{MIN}	a rendszer minimális tömege
m_{MAX}	a rendszer maximális tömege
Δm	a rendszer töltettömegének változása

Koncentrációk mmól/kg

c_p	a pótvíz koncentrációja
c_E	a levegőbe párolgó vízgőz oldott szilárd alkotóinak koncentrációja

$c_{H,MEG}$	maximálisan megengedhető szennyezőanyag koncentráció
$c_{(t)}$	a rendszerben t időpillanatban uralkodó koncentráció
c_{LEV}	a levegő szennyezőanyag-koncentrációja
$c_{EGY} = \frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_{RI}} \cdot C_P$	egyensúlyi koncentráció

$Idők$	s
t_{sz}	a szennyezőanyag átlagos benttartózkodási ideje
$\frac{t}{V}$	a töltet átlagos keringési ideje
$\frac{t}{V_B}$	a betöményedésig eltelt idő

Dimenzió nélküli paraméterek kg/kg

$\gamma = \frac{\dot{m}_{CS}}{\dot{m}_H}$	fajlagos cseppveszteség
$\delta = \frac{\dot{m}_R}{\dot{m}_H}$	fajlagos részáram
$\bar{p} = \frac{\dot{m}_P}{\dot{m}_H}$	fajlagos pótápvízigény
$\bar{e} = \frac{\dot{m}_B}{\dot{m}_H}$	fajlagos elpárolgási veszteség
$\bar{l} = \frac{\dot{m}_L}{\dot{m}_H} = x$	fajlagos leiszapolási hányad
$\alpha = \frac{\dot{m}_B}{\dot{m}_H}$	fajlagos elpárolgási veszteség (konvekció figyelembevételével)

Hőmennyiségek kJ/kg

h_p	a pótvíz hőtartalma
h_B	a bepárolgott vízgőz hőtartalma
h_{HS}	a felmelegedett hűtővíz hőtartalma
h_{KI}	a visszahűtött hűtővíz hőtartalma

Hőáramok kJ/s = kW

H_1	a rendszerbe belépő
H_2	a rendszerből kilépő
\dot{Q}_R	a hűtési hőáram

IRODALOM

- [22] Dr. Varga L.—dr. Szilágyi L.: Gépek és berendezések korrózióvédelmének tervezési és szerkesztési irányelvei. TK. Bp. 1966.
- [23] Dr. Reményi K. Korszerű kazánberendezések MK. Bp. 1977.
- [24] Held H. D.: Kühlwasser, Essen 1970.
- [25] Khandl, Ivan: Hűtővízkezelési tapasztalatok diszpergáló és biocid készítményekkel. Korróziós figyelő 1982.
- [26] Drew Handbuch Grundlagen für Industrielle Wasserbehandlung 1980.
- [27] Weber, W. I.: J. Werk u. Korr. 26. (1975.) 3, 192.
- [28] Dr. Büki G.—Nagy O.: Hőerőművek és kazánüzemek vízkezelése. TK. Bp. 1975.
- [29] Heitmann, H. G.: Chemische Beilange in Wärmekraftwerken Chemi. — Ing. Technik 47. Jahrg. 1975/Nr 20.
- [30] Rónay Dezső—Varga Zoltán: Vizes hőcserélőrendszerek inhibitoros korrózióvédelme. MKL. XXIX. évf. 9. sz.
- [31] K. Schleithoff: Rohre für Dampfturbinen Kondensatoren — Werkstoff — wahl. Prüfungen. VGB. Kraftwerkstechnik 59. Heft 5. Mai 1979.
- [32] KORIN vízkezelő szerek. KEMOBIL prospektus.