



Erőművi vízkezelő berendezések létesítésének néhány kérdése

Hilt László

okl. vegyipari gépészmérnök
Április 4. Gépipari Művek

1. Bevezetés

A természetben előforduló vízfeleségek (talajvizek, felszíni vizek vagy egyéb vizek) különböző tisztátalanságokat tartalmaznak, amelyek molekuláris, kolloid vagy durva diszperz alakban előforduló szervesetlen vagy szerves anyagok egyaránt lehetnek (1. táblázat).

Ennélfogva a természetes vizek eredeti állapotukban nem alkalmasak gőzfejlesztő berendezések táplálására. Mielőtt kazántápvízként, illetve pótápvízként alkalmaznánk a nyersvizet, megfelelően elő kell készítenünk.

Adott nyersvízminőség esetén az egyes szennyezők eltávolítása műszakilag többféle módon történhet (2. táblázat).

Az egyes eljárások nemcsak az eltávolítás elvében, hanem a tisztítási hatások, a beruházási és üzemeltetési költségek szempontjából is eltérnek egymástól. Különböző teljesítménymagyságokat és nyersvízminőségeket figyelembe véve azonban, bármely eljárás megtalálhatja alkalmazási területét.

Az erőművi víz-gőz rendszer minőségének követelményeit, s vele együtt a vízelőkészítő módszer megválasztását főképpen a következő tényezők határozzák meg.

- A gőzfejlesztő berendezés szerkezete.
- A gőzfejlesztő berendezés üzemeltetési módja.
- A gőz felhasználásának célja.
- A nyersvízben és a kondenzátumban oldott és oldatlan állapotú szennyeződések fajtái és töménysége és

1. táblázat (1)

A vízben előforduló anyagok és azok megoszlási foka

Diszperziós fok	Részecskeméret	Megjelenési forma	Anyagfajta
durva diszperz mikroszkópos $\rho < \rho$ víz (fel)úszó $\rho = \rho$ víz lebegő $\rho > \rho$ víz süllyedő	$> 10 \mu\text{m}$ $> 10^{-3} \text{ cm}$	szuszpenzió, hab, emulzió	szervesetlen és szerves lebegő anyagok, <i>nem</i> <i>abszorbeált gázok</i>
mikroszkopikus	0,1 – 10 μm $10^{-5} - 10^{-3} \text{ cm}$	zavaros oldatok (opalizálók), kolloid gélek	vashidroxid, kovasav, zsírok, olajok, <i>mikro-</i> <i>planktonok</i> , baktériumok
kolloid	1 $\mu\text{m} - 0,1 \mu\text{m}$ $10^{-7} - 10^{-5} \text{ cm}$	kolloid tiszta oldatok, kolloid szók	vashidroxid, kovasav, bázisok, abszorbeált gázok, <i>néhány nemes</i> <i>elektrolit</i> , szerves huminok, zsírok, olajok, vírusok, baktériumok
ultramikroszkópos molekuláris	0,1 – 1 μm $10^{-8} - 10^{-7} \text{ cm}$	valódi oldatok	szervesetlen sók, savak, bázisok, <i>abszorbeált gázok</i> , <i>néhány szerves nem</i> <i>elektrolit</i>

Megoldási mód Feladat	Nehézségi erőn alapuló ülepedéssel	Mechanikus szűréssel (iszapoló szűrőig bezárólag)	Teljes csap. képzéssel és lecsapolással	Kémiai aktív anyagokkal való szűréssel (Magno, aktív szén)	Ioncsatlóval	Elgőzölög- tetéssel	Termikus gáz- talanítással	Kémiai gáz- talanítással
Szuszpendált anyagok eltávolítása	X	X	X	X		X		
Olajtalanítás		X	X	X				
Vastalanítás	X	X	X		X			
Savtalanítás				X				X
Dekarbonizálás			X		X		X	
Lágyítás			X		X			
Szervesanyageltávolítás			X	X	X	X		
Sótalanítás					X	X		
Oxigén eltávolítás					X		X	X
Kovavasztalanítás			részlegesen X		X	X		X

– az erőművi hűtővíz-előkészítés módja és rendszere.

Az utóbbi években a környezetvédelmi erőfeszítések következtében egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik a 2. táblázatban nem említett környezetkímélő sóltalanító eljárások mint pl. a fordított ozmózis, ill. ultrafiltráció, valamint az elektrodialízis iránt (2), (3).

Adott esetben pl. édesvíz-előállításnál ezen eljárásokkal versenyképes a korszerű, kis fajlagos gőzfogyasztású elgőzöltető rendszerű ivóvíz-előállító berendezés (4).

2. Meszes előlagyító reaktorok

Magyar viszonyok között – a nyersvizek magas hidrogénkarbonát-tartalma és a mész viszonylag olcsó volta miatt – a víz előkészítésének első fokozataként a meszes előlagyítás az általánosan használt mód.

Ennek megfelelően igen sok reaktortípust fejlesztettek ki.

A korszerű reaktortípusok jellemzője, hogy határozottan különválasztott derítő és reakciós terük van, a reakciós térben pedig energiabefektetéssel aktívizsap-recirkulációt tartanak.

Nagy vas- és szervesanyag-tartalmú felszíni nyersvizek előlagyításánál különösen előnyös a gőzsugár-levegő injektoros aktívizsap-visszaforgatás.

Ilyen izsap-visszaforgatásos reaktorok épültek acéllemezről egészen 400 m³/h teljesítményig, de tervezés alatt van 1000 m³/h teljesítményre is. Ennél nagyobb teljesítményeknél a betonból készült reaktor alkalmazása előnyösebb.

A mészhidrát-lefojtás és mésztej-előkészítés hazailag kifejlesztett technológiája – annak ellenére, hogy mindig adódik néhány üzemeltetési probléma – biztonságosnak ítéltető.

Exportberendezéseknél azonban általában elavult technológiának minősítik, és az ún. száraz mészhidrátpor-adagoló rendszerek szállítását igényelik. Ezen a területen a hazai referenciaberendezést létre kellene hozni.

3. Gazdaságos teljes sóltalanító telepek

Az erőmű vízelőkészítő rendszereinek létesítése során (póthűtővíz-előkészítő, póttápvíz-előkészítő, kondenzátumtisztító, tápvíz-kondicionáló létesítmények) szinte a legtöbb gondot az egyre komp-

likáltabb technológiájú és egyre nagyobb teljesítményű vegyi teljes sótalanító berendezések okozzák.

Már a tervezéskor igen nagy fejtörést okoz e beépített blokkok számának ($N_m = N + 1$, blokk/telep): és a regenerálás napi számának (R_n , regenerálás/nap): azaz a beruházásnak és az élőmunka-igénynek optimális megválasztása.

Külön problémaként jelentkezik a regenerálás napi számának optimális megválasztása teljesen automatikus működésű teljes sótalanító berendezés esetén.

Irányelvként általában az alábbi értékeket fogadják el

Kézi üzemeltetésnél $R_n = \max. 3,4$

Automatikus üzemnél $R_n = 4, 5, 6 \dots$ is lehet.

A sótalanító telep jellemzői felírhatók fenti két változó függvényeként: pl.

A sótalanított víz-tároló minimális térfogata:

$$V_{t, \min} = f(N_m, R_n) \frac{m^3}{\text{telep}}$$

A sótalanító rendszer folyamatos maximális netto telepteljesítménye:

$$V_{t, n, \max.} = f(N_m, R_n) \frac{m^3}{h, \text{ telep}}$$

Ezen függvények felírásával a sótalanító telepek jellemzői számítógépes programozásra alkalmas alakra hozhatók az adott konkrét esetre érvényes optimum vizsgálata érdekében. Ilyen optimalizálási számítás alapelvei az (5), ill. (6) irodalmakban található meg.

A beruházási költség és élőmunka-ráfordítás mellett a sótalanító berendezés gazdaságosságát döntően befolyásolja még természetesen annak vegyszer-, gőz-, elektromosenergia- stb. fogyasztása is.

Gazdaságossági szempontból csak a korszerű, kis fajlagos vegyszerfelhasználással dolgozó ellenirányban regenerált teljes sótalanító berendezések létesítése indokolt.

Ellenirányú berendezéseknél a vegyszertároló berendezések és hulladékvíz-közömbösítő berendezések méretei is jelentősen csökkenthetők.

Érdekes módon tehát a teljes sótalanításnál a korszerű és gazdaságos eljárások és szerkezetek alkalmazása révén adódik a környezetvédelmi szempontból is kedvezőbb megoldás, anélkül, hogy bármiféle járulékos beruházásra lenne szükség.

4. A különböző vízelőkészítési eljárások környezetvédelmi vonatkozásai

A „fizikai” elven működő vízelőkészítő eljárások (fordított ozmózis, elektrodialízis, elgőzöltetés, szűrés stb.) éppen amiatt, hogy nem igényelnek vegyi segédanyagokat, környezetkímélő módon készítik elő a különböző célra a nyersvizet. Más a helyzet azonban a vegyi vízelőkészítő berendezéseknél. Ebben az esetben a környezetből kivett n_{ki} -val szennyeződésre számítva f 1-val/val vegyszerfelesleg mutatkozik, és minden kivett egyenérték helyett $n_{be} = n_{ki} + f \cdot n_{ki} = (1+f) \cdot n_{ki}$ egyenérték szennyeződés távozik a környezetbe.

A környezetszennyeződés mértéke tehát:

$$K = n_{be} - n_{ki} = f \cdot n_{ki} \text{-val}$$

A fajlagos környezetszennyezés pedig

$$k = \frac{K}{n_{ki}} = \frac{f \cdot n_{ki}}{n_{ki}} = f \text{ val/val}$$

Azaz a fajlagos környezetszennyeződés egyezik meg éppen az eljárásnál szükséges vegyszerfelesletényezővel.

A 3. táblázatban a különböző vízelőkészítési technológiákat rangsoroljuk a fajlagos környezetszennyeződés szempontjából.

3. táblázat

Vízelőkészítő eljárások által okozott fajlagos környezetszennyeződési mérték

Technológia	Fajl. körny. szenny. $k = f$ val/val
Elgőzöltetés	= 0
Fordított ozmózis	= 0
Elektrodialízis	= 0
Fizikai szűrés	= 0
Meszes előlagyítás	≈ 1
Teljes sótalanítás	
Ellenirányban	≈ 1,5
Takarék reg.	≈ 2,0
Egyenirányban	≈ 3,5
Na ⁺ ioncsere	
Ellenirányban	≈ 2
Takarék reg.	≈ 2,5
Egyenirányban	≈ 3,5
Kevertágyas ioncsere	≈ 5,0 ∑ 10,0

Mint látható, környezetvédelmi vonatkozásaiban a meszes előlágítás a legkíméletesebb vegyi víz-előkészítési eljárás (7).

Ezt követi a korszerű, ellenirányban regenerált és kis fajlagos vegyszerfelhasználással dolgozó teljes sótalanítási technológia.

5. Összefoglalás

A világpiacon határozott igény mutatkozik korszerű, teljesen automatikus kis fajlagos vegyszerfelhasználással dolgozó vízelőkészítő berendezések iránt az erőművek, ezen belül atomerőművek vízkezelő rendszereihez.

Az is megállapítható, hogy az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások következtében előtérbe kerülnek a környezetkímélő „fizikai” vízelelő technológiák, mint pl. a fordított ozmózis, elektro-dialízis stb. létesítése. A primer tüzelőanyagok árának emelkedése, ill. ezzel egyidejűleg a hulladék hő fokozottabb felhasználása és az atomerőművek terjedése következtében várható, hogy az elgőzölög-tető rendszerű vízelőkészítő eljárások reneszánszukat élik; természetesen a „második generációs”, korszerű, kis fajlagos gőzfogyasztású eljárások lesznek vegyi vízelőkészítő rendszerekkel kombinálva piacképesek.

A magyar ipar – s itt ki kell emelni az Április 4. Gépipari Műveket – az erőművi, ill. atomerőművi vízkezelő berendezések exportjával a világpiacon aktivizálni kívánja lehetőségeit. Ehhez eddigi tapasztalatai és a fejlesztési eredmények lehetőséget adnak, a szellemi kapacitás (kutató és tervező in-

tézetekkel együttműködve) biztosítva van. A hazailag előállított pl. ioncserélő anyagaink tőkés piacokon is versenyképesek. A létesítési átfutási határidő csökkentését azonban sajnos egy sor kiegészítő elem hazai beszerzési lehetősége (pl. magasab ötvözött minősített acélok, sajtolt edényfenekek, gumizás, gumizott szerelvények, műszerek, automatika elemek, szivattyúk stb.) nem teszi lehetővé, ill. e tény a tőkés importhányadot fokozza.

Ezen a területen is jelentős lépéseket tett az Április 4. Gépipari Művek a hazai, ill. tágabb értelemben a KGST adta lehetőségek kiaknázására, a kooperáció fokozására, a műszaki fejlesztés felgyorsítására.

IRODALOM

- (1) *Resch, G.*: Moderne Verfahren zur Speisewassereufbereitung. *Energie und Technik* 1969. August.
- (2) *Kupier, D., Van Hegel, J. L., Bom, C. A.*: The Use of Reverse Osmosis for the Treatment of River Phine Water. *Desalination* 15, 1974. S. 193–212.
- (3) *Ray, N. J., Jenkins, M. A., Coates, A.*: Die Aufbereitung von Flusswasser durch umgekehrte Osmose VGB Kraftwerke-technik 1978. März.
- (4) *Aquanova B. V.*: A Revolution in Seawater Desalination.
- (5) *Hilt László*: Nyomottvízes atomerőművek szekunderköri szűrőelví vízelelőrendszereinek optimalizálása. II. Villamosenergia-iparági „Alkotó Ifjúság” I. díjas pályamunka 1977.
- (6) *Hilt László*: Mekkora tárolótartály szükséges a sótalanító telepekhez? *Energiagazdálkodás* 1979 december
- (7) *Mack Péter*: Erőművi és ipari vízelőkészítő berendezések hatása az élővizekre vízminőségi szempontból. *Energia és Atomtechnika* 1977 január.