

# Víztisztítás

A következőkben sorba vesszük az egyes víztisztítási, vízkezelési folyamatokat, módszereket. Az általunk tárgyalt eljárások köre nem lesz teljes, mivel a különböző ipari technológiai folyamatok sokszor egészen különleges igényekkel lépnek fel az alkalmazott vízminőséggel szemben, és így az ahhoz megfelelő kezelési eljárás is különleges lehet. A leggyakoribb kezelési eljárásokat - főleg ivóvíz minőségű víz előállítása érdekében - ismertetjük csak, és azokat is röviden. Mindig a kitermelt víz és az igényelt víz minősége szabja meg, hogy az ismertetett kezelési eljárások közül melyeket kell alkalmazni.

A víztisztítási technológia függ a tisztítandó nyersvíz fizikai, vegyi, bakteriológiai és biológiai tulajdonságaitól.

A következőkben a leggyakrabban előforduló víztisztítási eljárásokat ismertetjük, melyeket a 1. táblázatban foglaltunk össze.

1. táblázat

| Tisztítási eljárás   | Eltávolítandó szennyező | Berendezés  |
|----------------------|-------------------------|---|
| mechanikai           | úszó, szilárd           | gerebek<br>dobszűrők<br>szalagszűrők                    |
|                      | lebegő, durva           | homokfogók  |
|                      | lebegő, finom           | ülepítők<br>szűrők                                      |
| mechanikai<br>kémiai | lebegő, igen finom      | derítők<br>szűrők                                       |
|                      | oldott                  | savtalanító<br>vastalanító<br>mágántalanító<br>lágylító |
| kémiai               | baktériumok             | klórozó   |

## 1 Úszó szennyeződések eltávolítása

### Durva tisztítás

Durva tisztítás esetén a vízben úszó, lebegő nagyobb, szilárd szennyeződést vonjuk ki a vízből. A kivonandó szennyeződés nagysága alapján - a nagyobb méretűtől a kisebb méretű lé haladva - a következő tisztítási eljárások lehetségesek:

- rácsok (gerebek);

A rácsok (gerebek) egymás mellett lévő, párhuzamos fémpálcák közös keretbe foglalva. A rács lehet álló (fix), de lehet mozgó, végtelenített szalagra szerelve, az utóbbi nagyobb teljesítményű. A fémpálcák közötti hézag nagysága határozza meg a felfogott illetve áteresztett szennyeződés nagyságát. A hézag nagyságának megválasztásánál 1,5 ... 30 mm közötti érték a szokásos.

A szítaszűrők lyuggatott lemezekből, fém vagy műanyag huzalszövetekből készülnek. A kisebb szilárd szennyeződések megfogására alkalmasak. A szűrőfelületet rendszerint egy forgó dobra szerelik (dobszűrő) és így a teljesítményt fokozzák. A vízszintes dobtengely felől érkezik a tisztítandó és a szűrőpaláston keresztül távozik a tisztított víz.

### *1.1 Gerebek*

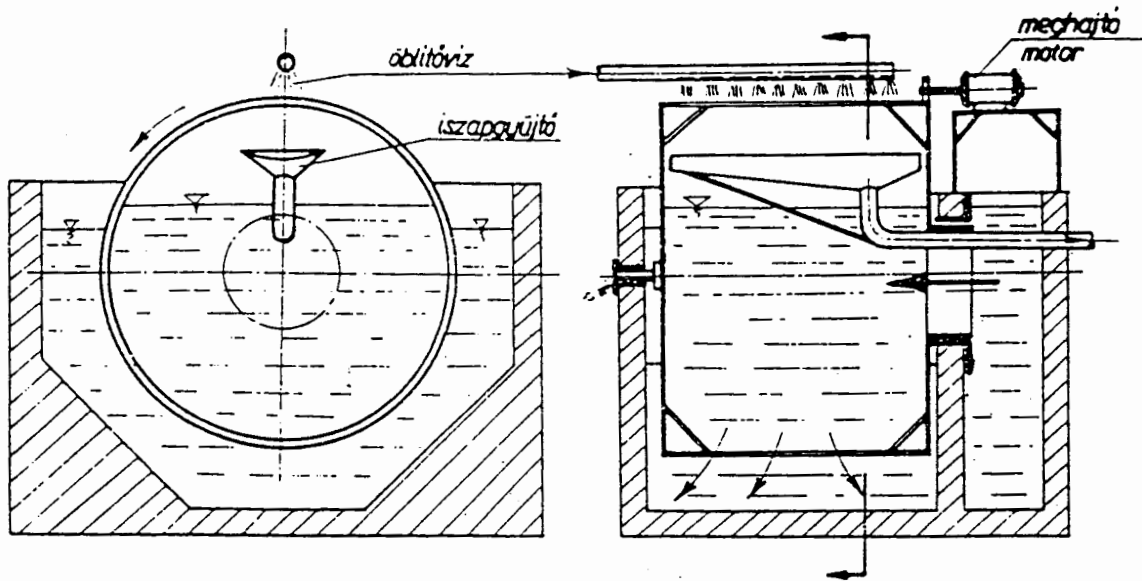
A vízben lévő durva, uszó szennyeződések eltávolítására a gerebek szolgálnak. A gerebek egymásmellé helyezett lapos- vagy köracélból készített rácsok. A felszíni vizekben előforduló nagyobb uszó tárgyakat a durva gereb, a kisebb uszó szennyezőket a sűrűbb pálcaközü finom gereb tartja vissza. A gerebeket kézi vagy gépi erővel tisztítják. Gépi tisztításnál pl. a végtelenített láncra szerelt tisztítófésűvel távolítható el a gerebrudakra tapadt uszadék.

Nagyobb vízfolyások mellé épült vízkivételi mű gerebének üzeménél télen jelentkezik probléma. A jég a gerebek előtt felgyűlik és elzárja a víz útját. A jég eltávolítására több megoldást alkalmaztak már. Próbálkoztak a gerebek villamosfűtésével, a gerebek előtt légbuborékfüggöny létesítésével, végérvényesen azonban a problémát megoldani nem tudták. Eredményt csak az jelentett, ha emberi erővel, hosszú acélrudakkal tették szabaddá a gerebeket, s távolították el a feltorlódott jeget.

### *1.2 Dob és szalagszűrők*

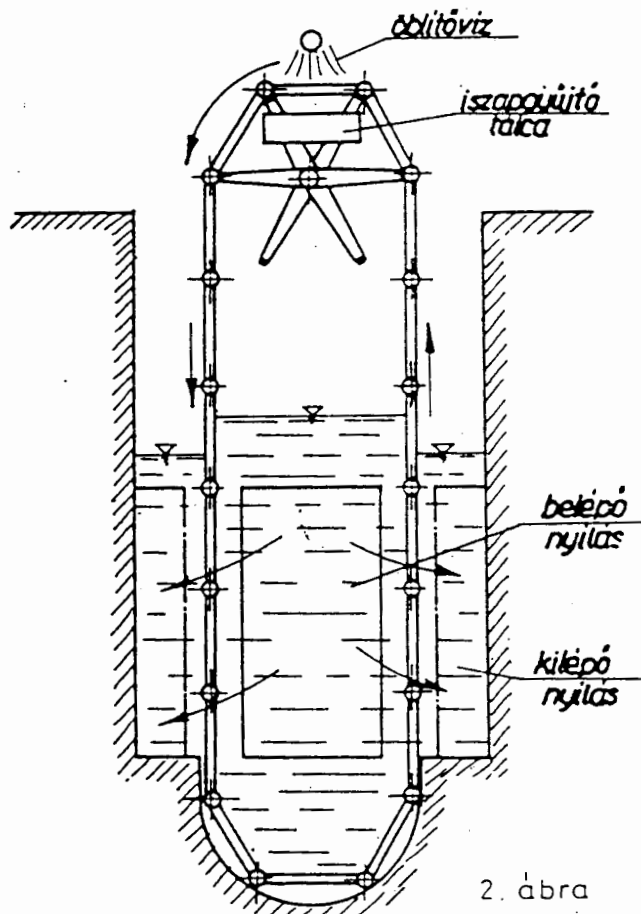
A felszíni vizek kisebbméretű hordalékát dob- és szalagszűrők távolítják el. A szűrők anyaga fém vagy műanyagszövet kb. 1/2 mm-es lyukmérettel. A vízben lévő planktonok kiszűrésére 20-50 mikron lyukméretű mikroszűrők használatosak. A szűrőt keretekre feszítik. A keretekből állítják össze a dobszűrő palástját, vagy csuklósan egymáshoz kapcsolva a szalagszűrőt.

Dobszűrőket ott alkalmaznak, ahol a vízszint közel állandó, tehát állandó szintű vízkivételekben a gerebek után, vagy átemelt nyersvíznél az ülepítő elő (1. ábra). A szűrődob 2/3 része merül kb. a vízbe és percenként 10 fordulatot tesz.



1. ábra

A szalagszűrők bonyolultabbak, a csuklósan kapcsolódó szűrőtáblák-ból összeállított végtelenített szűrő párhuzamos falak között mozog. (2.



2. ábra

ábra). Beruházásuk költséges, viszont előnyük, hogy nagy vízszintingadozásnál is használhatók.

A szűrők általában bent-ről kifelé szűrnek. A szűrő belső felületére rakódott szennyeződést vizsugarakkal távolítják el.

A szűrők  $1 \text{ m}^2$  felületén - a mikronszűrőket kivéve - kb.  $150 - 200 \text{ m}^3$  víz szűrhető át óránként.

Nyersvízátemelő szivattyú után célszerű nyomás alatti, zárt dobszűrőt alkalmazni. Ezzel jelentős nyomásvesztés nélkül lehet a vizet továbbvezetni. Az ilyen szűrők kívülről befelé szűrnek, teljesen vízbemerülnek és üzemük az időnkénti tisztítás miatt szakaszos.

## 2 Vízben lebegő szennyeződések eltávolítása

A vízben lebegő anyagok nagy része szervesetlen, kiválasztásuk a gravitációs erőter hatására bekövetkező üleptéssel végezhető. Az üleptés után a szennyeződés iszap formájában marad vissza.

Az ülepedő szemcsére három erő hat:

- a) a víznél nagyobb sűrűségű szemcsé sulya  $[G]$
- b) a szemcsére ható felhajtóerő  $[F]$
- c) a szemcsé mozgásával ellentétes irányban felfelé ható és a folyadéksurlódásból származó erő  $[P_s]$

A szemcse ülepedési sebessége állandó, ha

$$P_s = G - F$$

egyenlőség fennáll.

Az ülepedési sebesség különböző nagyságu és anyagu szemcsékre mérésrel és számítással meghatározható.

Igen finom lebegő anyagok egyszerűen a gravitációs erőter hatására nem ülepednek. Ezeket a kolloidális méretű anyagokat csak vegyszer hozzáadásával lehet ülepiteni. Ezt a vegyszeres ülepitést nevezzük derítésnek.

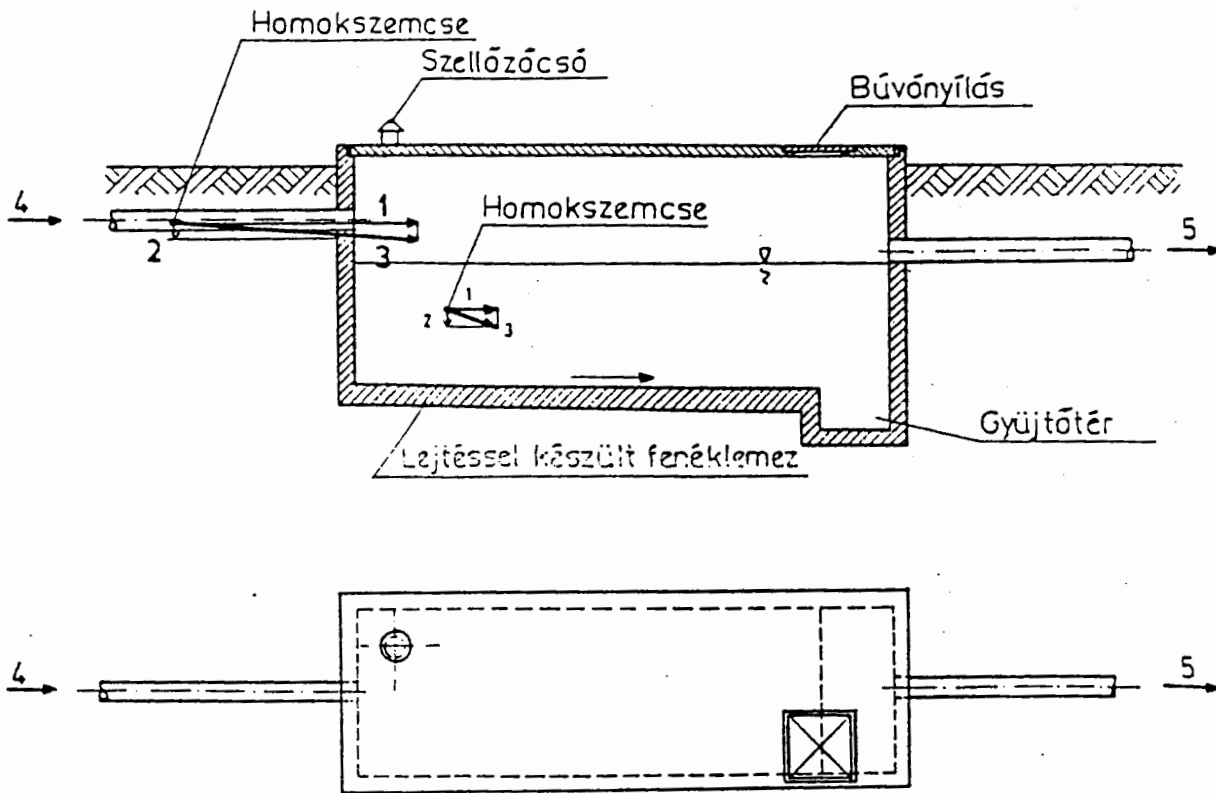
### Derítés (pelyhesítés)

Derítésnek nevezzük azt az eljárást, melynél a vízben lévő kolloidális szennyeződés vizburkját vegyszeradagolással megbontják. A szennyeződés az ellentétes töltésű vegyszer-ionok hatására elveszti elektromos töltését, több részecske összetapad - a vegyszerrel pelyhet alkotnak -, melyet már ülepitéssel vagy szűréssel ki lehet vonni a vízből. Derítő vegyszerként alumínium- vagy vas-vegyületeket szoktak alkalmazni; (pl. alumíniumszulfátot, vashidroxidot, vaskloridot). Hazánkban az alumíniumszulfát használata terjedt el.

### Ülepités

Ülepités esetén a nagyobb szemcséjű, víznél nagyobb faj-súlyú anyagokat (pl. homok) vonjuk ki a vízből a gravitációs erő segítségével. Ahhoz, hogy a gravitációs erő megfelelő módon érvényesülhessen, a szennyező anyagra ható többi erő hatását kell lecsökkenteni. Így például az áramló víz mozgási energiájából származó erőt úgy tudjuk csökkenteni, hogy a víz áramlási sebességét csökkentjük a keresztmetszet megnövelésével. A keresztmetszet növelését medence alkalmazásával érhetjük el.

A 3. ábrán a vízzel együtt haladó homokszemcsére ható erőket rajzoltuk meg a csővezetékben és az ülepitő medencében. Az ábrából látható, hogy az erők eredőjének hatására az ülepitő medencében a szemcse lesüllyed a fenékre - kiválik a vízből.



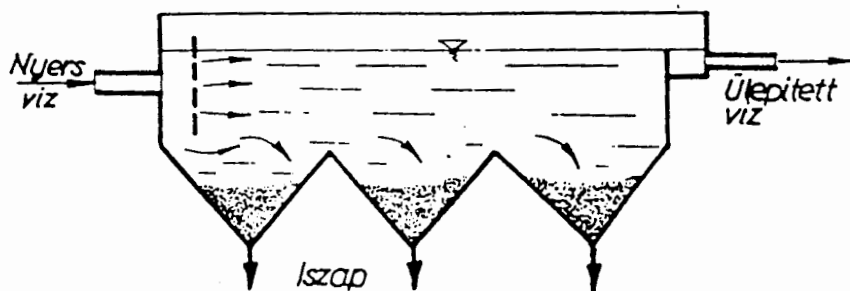
1 - víz mozgási energiájából adódó és sűrűdő erő eredője; 2 - gravitációs és felhajtó erő eredője; 3 - erők eredője; 4 - tisztítandó víz bevetése, 5 - ülepitett víz elvezetése

3. ábra

Az ülepitő medencét rendszerint betonból, vasbetonból készítik. Használatos vízszintes átfolyású (3., 4. ábra) és függőleges áramlású ülepitő-medence. Az ülepitő medence geometriai méreteit úgy kell meghatározni, hogy a tisztítandó víz lassú áramlással 1...2 órát töltsön benne.

## 21 Homokfogók

A homokfogó tulajdonképpen előülepitőnek fogható fel, amelyet a gyakorlatban úgy méreteznek, hogy benne a 0,1 mm átmérőjű homokszemcsék még leülepedjenek. Leggyakrabban vízszintes átfolyású homokfogókat alkalmaznak a 4. ábra szerinti megoldásban.

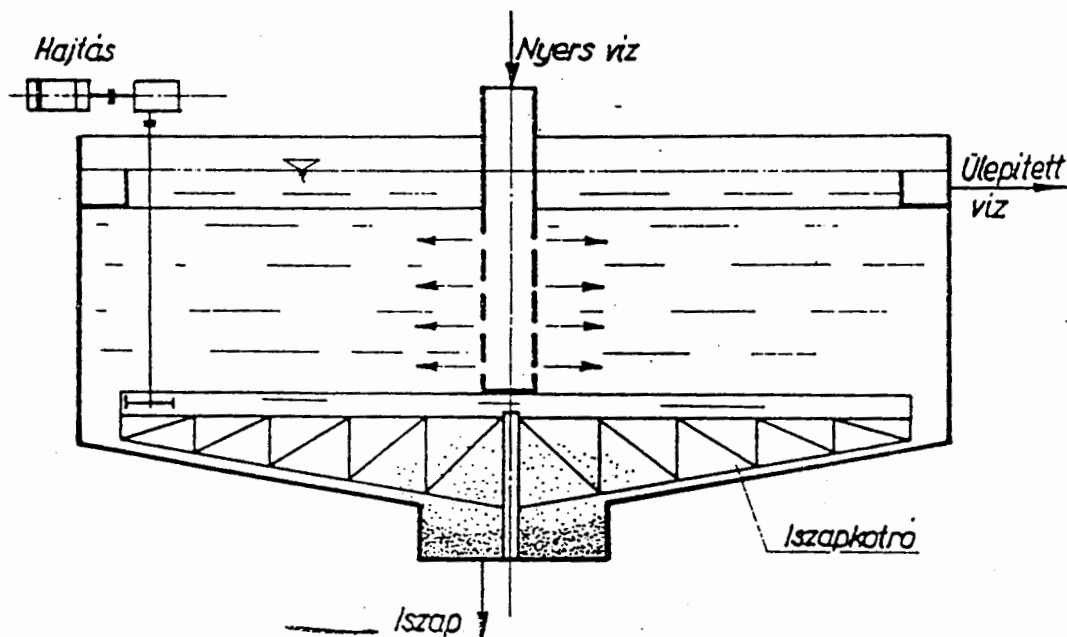


4. ábra

A tölcésérből nyomás alatt elvezethető az iszap, vagy azt gyakran sűrített levegővel, illetve vizsugárral távolítják el üzem közben.

## 22 Ülepítők

A szorosan vett ülepítőket finom lebegő anyagok leválasztására alkalmazzák. Ezek téglalap, vagy kör alakú beton, vasbeton medencék vízszintes, illetve sugárirányú átfolyással. A 5. ábrán egy elterjedten alkalmazott Dorr-féle ülepítő látható. A víz középen lép be, és sugárirányban áramlik, s a palást tetéjén levő tölcséryön át távozik. A fenék közepé felé enyhén lejt. A leülepedett iszapot a fentről hajtott forgó hid szerkezet kotorja az iszapgyűjtőbe, ahonnan az időnként eltávolítható.



5. ábra

Különleges ülepítők a lemezes ülepítők és a hidrociklonok.

A lemezes ülepítők lényege, hogy a téglalap alakú ülepítőteret párhuzamos falakkal sávokra osztva csökken a hidraulikai sugár és a Reynolds-szám is és ezzel csökkenthető a turbulencia kedvezőtlen hatása.

A hidrociklonoknál a vízben levő szemcsék kiválasztását nem a nehézségi, hanem a centrifugális erőter végzi.

## 23 Derítés

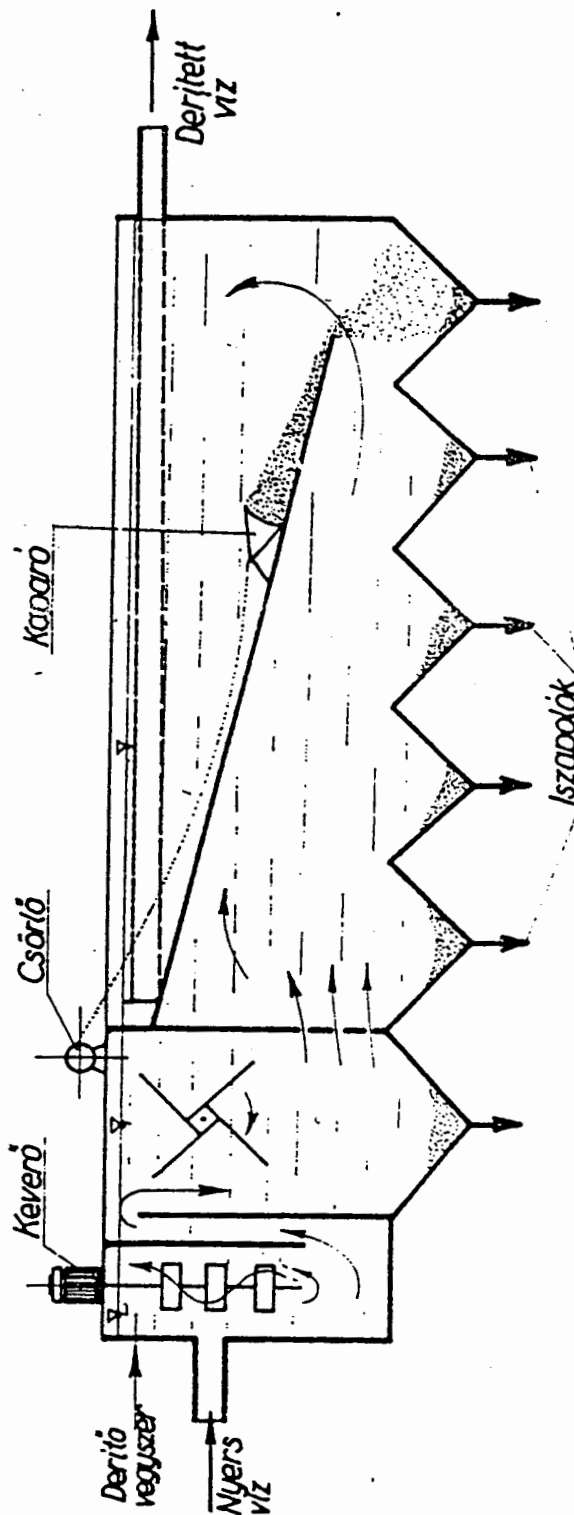
A derítés lényegéről már szóltunk. A derítők olyan kiképzésűek, hogy a három lényeges folyamat - a derítő vegyszer bekeverése a vízbe, a pelyhesítés (koaguláció) és az ülepítés - általában egymástól elhatárolt terekben játszódik le. Derítőanyagként leginkább alumíniumszulfátot  $Al_2(SO_4)_3$  ,

vaskloridot  $FeCl_3$  vagy nátrium-alumínátot használnak. Ezek a háromvegyértékű fémek sói a víz hidrokarbonátaival hidroxidokat alkotnak, melynek ionjai bevonják a koagulált koloidszemcsékből álló pelyheket.

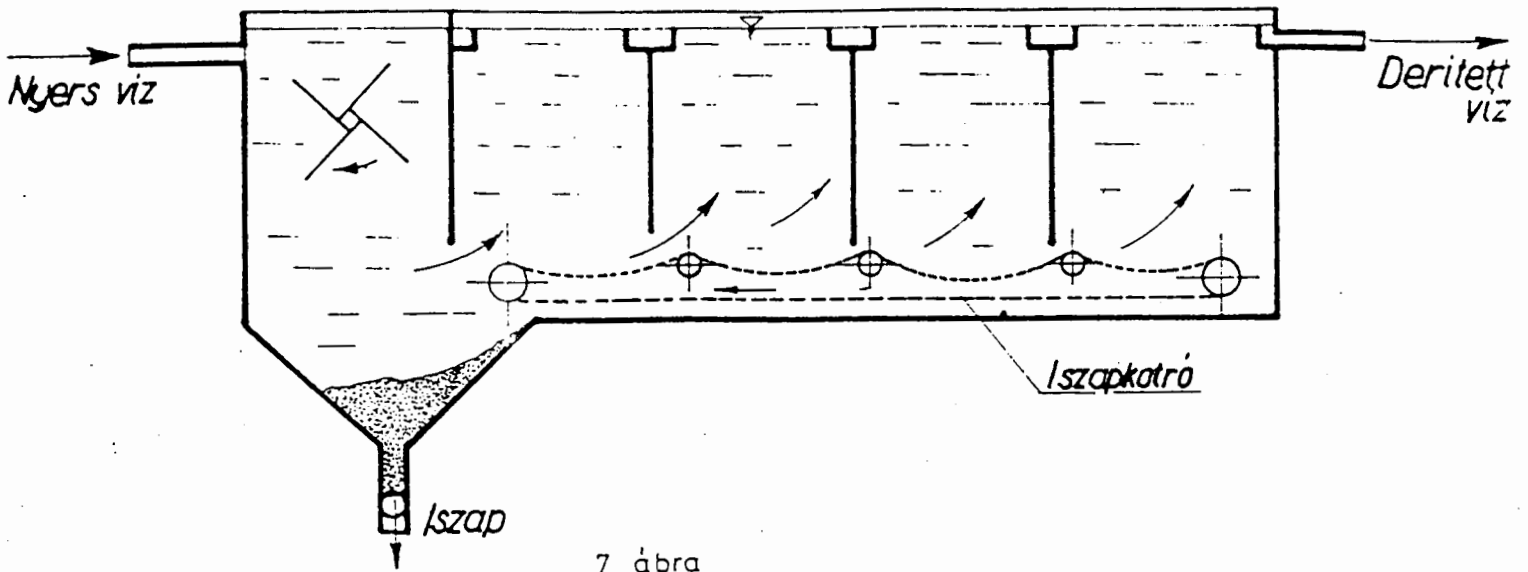
Derítéssel nem lehet minden szennyezőanyagot eltávolítani a vízből, zömében azok maradnak vissza, amelyeknek villamos töltése nincsen, tehát nem épülnek be a pelyhekbe, viszont az ilyen szennyezőknek egy része a pelyhekhez tapadva ülepedik.

A derítésre általános érvényű technológia nem adható, mert azt mindig a víz tulajdonságai (keménység, pH stb.) szabják meg. Tervezés előtt célszerű a szóbanforgó vízre konkrét derítési kísérleteket végezni. A következőkben a sok használatos derítő közül egy-két jellemzőt mutatunk be.

A 6. ábrán vízszintes átfolyású, hosszmenti vízvezetésű derítő látható. Jól megfigyelhető rajta a bekeverő, pelyhesítő és üleptető tér. A derítőmedence egy ferde fallal kettéosztott. A pelyhesített víz először az üleptető alsó részébe áramlik, majd a medence végén  $180^\circ$ -os irányváltással a ferde fal fölött visszafelé áramlik és bukóvályun át távozik. A ferdefal felső felületére leülepedett iszapot csőrővel mozgató kaparószerkezettel lehet eltávolítani. A ferde fal csökkenti a turbulenciát, ezzel hatásosabbá válik az üleptetés.

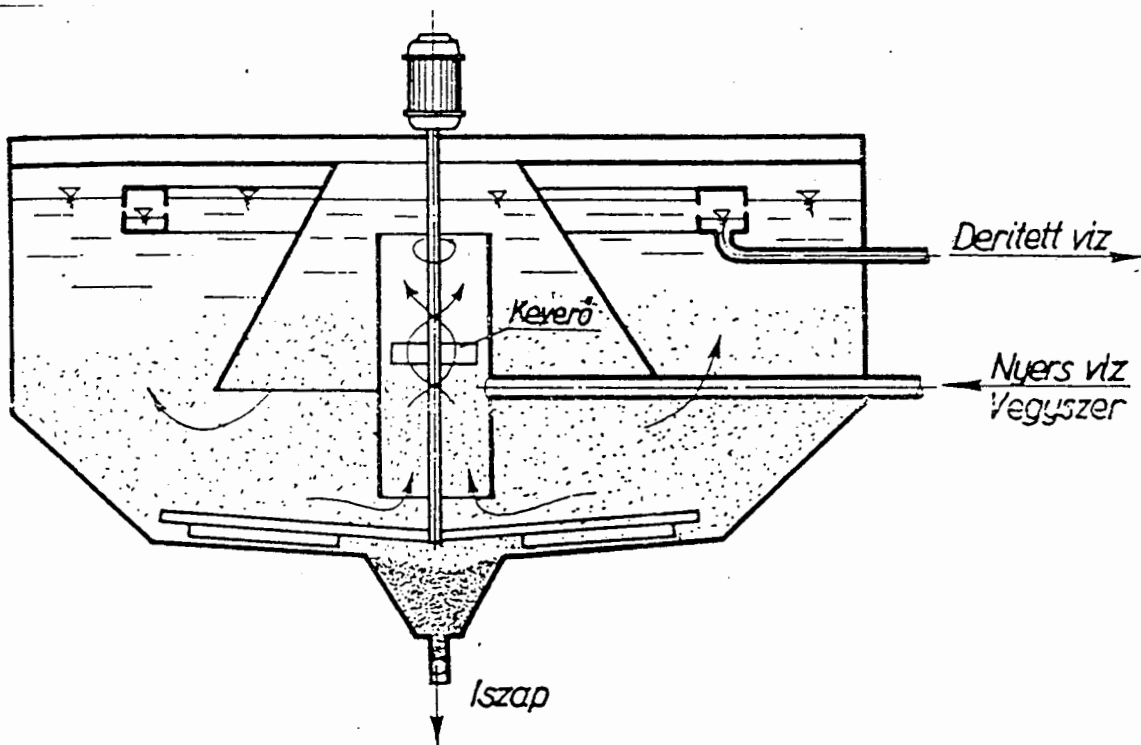


6. ábra



7. ábra

Függőleges áramlású, hosszmenti vízvezetésű derítőnél az ülepitőtér függőleges falakkal kazettákra osztott. ( 7. ábra) A kazettákba a víz lassan felfelé áramlik. A medence fenekén összegyűlt iszapot láncos kotró szállítja az iszapgyűjtő zsompba. A derített víz a kazetták fölötti túlfolyóvályukban gyűlik össze. A bekeverő és pelyhesítő az ülepitő mellé épült külön berendezés.



8. ábra

Ez derítési módszer jobb hatásfoku, mert a kazetták alsó vízrétegében lebegve tartott pelyhek szűrőhatást fejtenek ki. A függőlegesen áramló vízzel felfelé haladó kisebb pelyhek a már korábban kialakult pelyhekből álló rétegen áthaladva kiszűrődnek, mert ütközéssel nagyobb pelyhéké állnak össze és a rétegből fokozatosan leválnak, ülepednek. Ezért ezeket a derítőket szűrőderítőnek is szokták nevezni. Ennek legegyszerűbb példája a függőleges átfolyású és vízvezetésű derítő, amit reaktornak is szokták nevezni ( 8. ábra).

Ennél a derítőtípusnál a bekeverés, pelyhesítés (koagulálás) és ülepités egyetlen berendezésben megy végbe. A bekeverést a belső hengeres térben végzik, ahol a vizet egy forgó lapátkerék felfelé mozgatja, a víz a kupafelület alatti térbe kerül, ahol pelvüledik. A víz egy része recirkulál



visszakerül a függőleges hengerbe, másik része pedig a kup-palást alsó élét megkerülve az ülepitőtérbe áramlik. A felfelé bűvölő ülepitőtérben lebegő iszapfelhő alakul ki. Az iszapfelhőn felfelé átáramló apróbbpelyhek a lebegő pelyhekbe ütköznek, közben a pelyhek olyan nagyra nőnek, hogy ülepithetővé válnak. A derített vizet az ülepitőtér felső részén, bukóvályun át vezetik el.

## 2.4 Szűrő

A szűrés feladata, hogy az ülepités, vagy derítés után még a vízben maradt szennyeződésekeltávolítsa. Az oldott szennyeződések szűrés előtt kémiai uton csapadékká kell alakítani, hogy az kiszűrhető legyen (pl. vas). (Itt azokkal a szűrőkkel foglalkozunk, amelyeknek anyaga szemcsés, porózus, pl. kvarchomok.)

A szűrőhatás összetett folyamat, amelyben a leglényegesebb a felületi-szűrőhatás, az ülepitő és derítő hatás, valamint a biológiai hatások.

A felületi szűrőhatás a szűrőanyag felső rétegeiben jelentkezik, ahol a szűrő pórusaiban visszamarad a lebegő szennyeződés. A kis szennyeződések a szűrő mélyebb rétegeibe jutva ott leülepednek. A szűrő derítőhatása abban nyilvánul meg, hogy a lebegő szennyeződések kapcsolatba kerülve a szűrőanyaggal, nagyobb pelyhekké tapadnak össze és kiszűrődnek. Lényeges szerepe van a szűrőnek abban, hogy a lebegő szennyeződéshez tapadó mikroorganizmusokat is kiszűri.

Ha lehetőséget adunk bizonyos baktériumok megtelepedésére a szűrőanyagon, úgy ezek is rendkívül hatásos biológiai szűrést végezhetnek azáltal, hogy a vízben levő szennyeződésekeltalakítják, vagy kivonják a vízből.

### Szűrés

A szűrők valamilyen tartályba helyezett szemcsés anyagból állnak. A szemcsék a közöttük átáramló vízből a kisebb szemcséjű (nem oldott) szennyeződésekeltávolítják, mely a felületükön megtapad.

A szűrés előtti a vizet derítésnek és/vagy ülepitésnek kell alávetni.

A tisztítandó víz a szűrőbe felülről áramlik be, áthalad a szűrőanyagon, majd a tisztított víz alul távozik a berendezésből.

A szűrőanyag általában osztályozott, finom homok, de léteznek kovaföld szűrőanyaggal működő berendezések is. A kb.vaföld a kovaalgák héjanyaga, szemcsemérete mikron-nagyságrendű, így felülete lényegesen nagyobb mint a mm nagyságú homokszemcsék felülete - ezáltal lényegesen kisebb mennyiség kell a kovaföldből ugyanolyan tisztítási fok eléréséhez, azonos vízmennyiség mellett. (Hátránya a kovaföldnek, hogy drága és importanyag, tehát valutaigényes.)

A szűrőanyagot alul 3...5 mm átmérőjű kavicsréteg tartja, mely a szűrőfenékre ágyazott apró, kerámiából, vagy műanyagból készült csövekre (ún. szűrőgyertyákra vagy szűrőfejekre) támaszkodik. A kavicsréteg azért szükséges, nehogy a homok a szűrőgyertyákat eltömítse.

Bizonyos tisztítási idő eltelte után a szemcsék közötti hézagokat a vízből kiszűrt szennyezőanyag tölti ki, a szűrőréteg betömörödik, ezáltal a víz áramlását akadályozza. Időközönként a szűrőt "vissza kell mosni". Visszamosáskor alulról felfelé sűrített levegőt vezetnek a szűrőbe, mely a szűrőréteget fellazítja; majd nagy nyomással és sebességgel tiszta - ivóvíz minőségű - vizet vezetnek a normál áramlási iránnyal ellentétesen (tehát alulról felfelé), mely a szemcsék közül kimossa a szennyeződést és a vízzel együtt a csatornába távozik.

A vizet mozgó erő szempontjából megkülönböztetünk

- nyitott és
- zárt szűrőket.

A nyitott szűrőknél a tisztítandó vizet a szűrőanyagon keresztül a vízre ható gravitációs erő mozgatja.

A zárt szűrők esetében a szűrőanyagon a vizet szivattyú áramoltatja át.

A szűrőanyagon átáramló víz sebessége alapján megkülönböztetünk:

- lassú és
- gyors szűrőt.

A lassú szűrők esetén kb. 0,5 m/h, míg a gyors szűrőknél legalább 2,5 m/h a szűrőrétegen átáramló víz sebessége. (Ezáltal a gyors szűrők teljesítménye lényegesen nagyobb, mint a lassú szűrőké.) Ugyanakkor a lassú szűrők a vizet nemcsak mechanikailag, hanem biológiailag is tisztítják - ezzel a megoldással a természetes talajszűrést utánozzák.

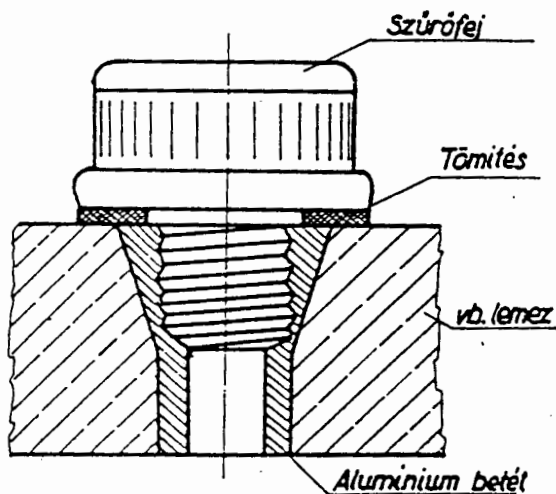
## 2.4.1. Gyorsszűrők

A gyorszűrők lehetnek:

- a) gravitációs, nyílt szűrők,
- b) nyomás alatti, zárt szűrők.

A nyílt szűrők általában vasbeton szűrőmedencék ( 9. ábra).

A zárt gyorszűrők vaslemezről vagy vasbetonból készült tartályok (10. ábra). A nyersvíz hozzavezetése és elosztása a szűrőanyag feletti térben van. A szűrt víz a szűrőanyag alatti szűrőfenéken gyűjthető össze. A szűrőfenék lehet gerendás, szűrőlapos vagy dréncsőves megoldásu.

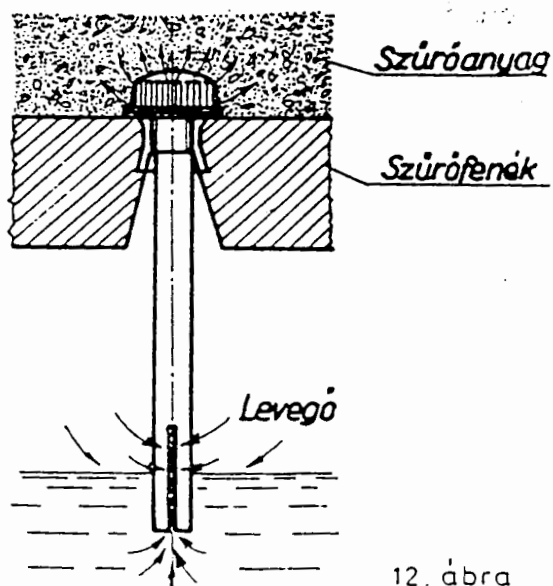


11. ábra

amelyek általában menetesek és ezekbe csavarják be a szűrőfejeket (11. ábra).

A szűrőfejek anyaga porcelán vagy műanyag, esetleg bronz. A szűrőfejen elhelyezett rések kívülről befelé bővülnek, ezzel megakadályozható a szűrőanyag szemcséinek beszorulása a résekbe.

Levegővel és vízzel öblített szűrők szűrőfejei a 12. ábra szerinti kialakításuak. A szűrőfejnek egy víztérbe nyúló hasított csőtoldata van. Öblítéskor a szűrőfenék alá egyidejűleg vizet és levegőt nyomnak.

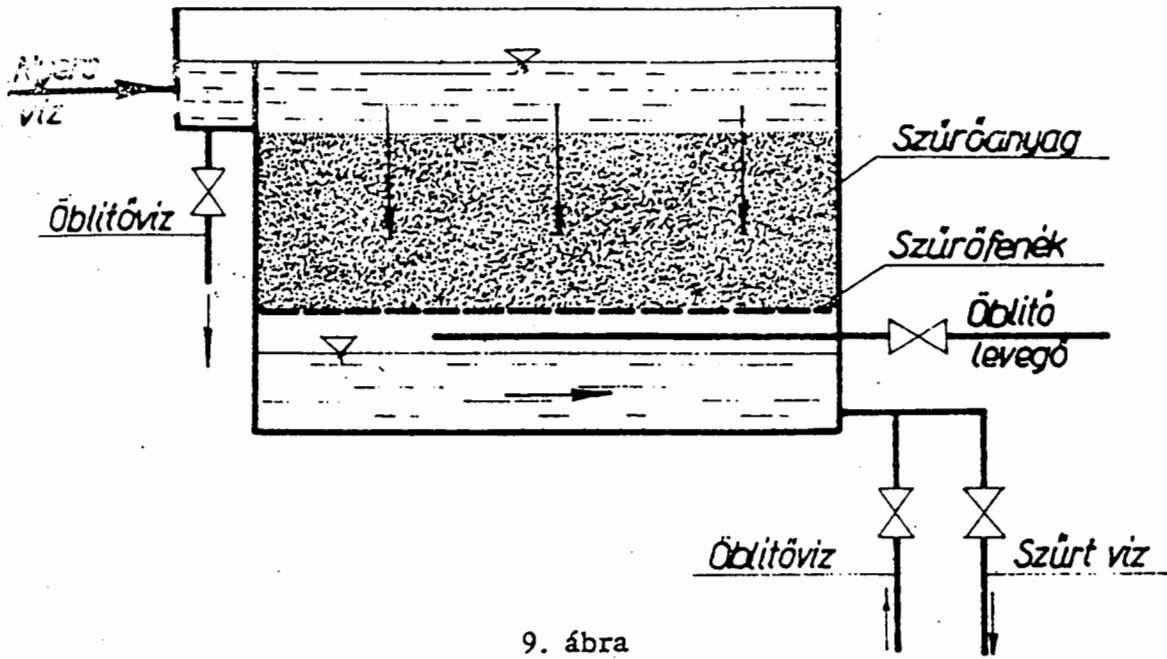


12. ábra

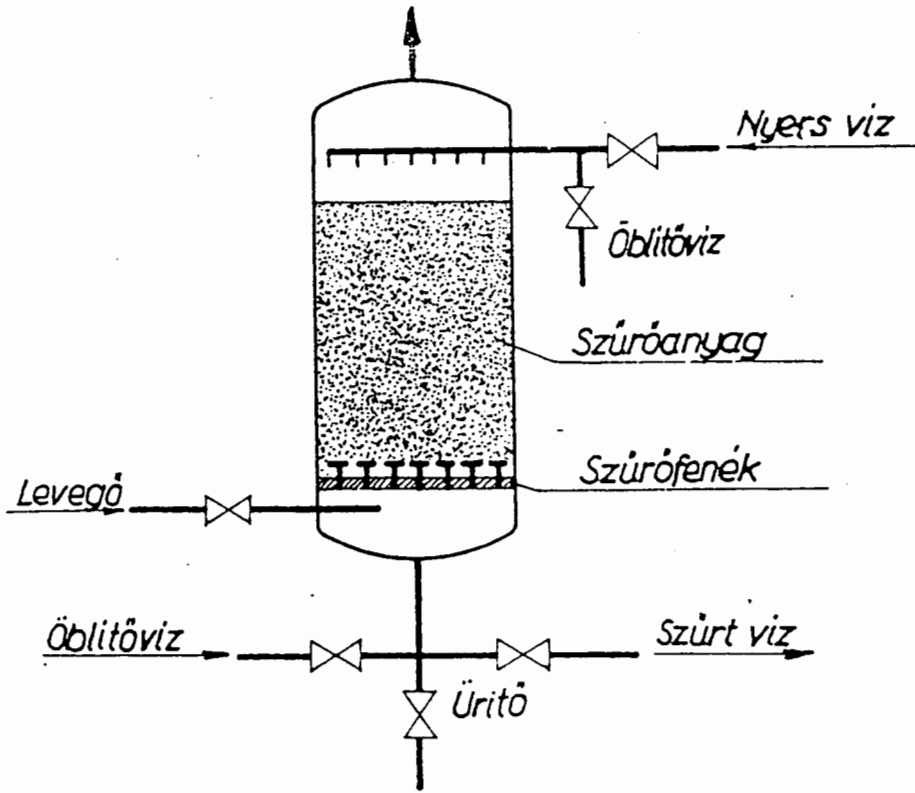
Lényeges, hogy a szűrőfenékben kialakított rések mérete olyan legyen, hogy azon a szűrőanyag ne hulljon át. A szűrők tisztítása a szűrőiránnyal ellentétes vízárammal, vagy víz-levegő árammal végezhető. A levegő segíti a szűrőanyag fellezítését.

A gerendás szűrőfenék hézagosan egymásmellé helyezett betongerendákból áll. A szűrőfenékre támréteget kell helyezni, ami felfelé haladva egyre kisebb szemcsékből áll. Ez akadályozza meg a szűrőanyag lehullását a gerendák közti résekben.

A szűrőfejes fenék, acél vagy vasbeton lemez betétes furatokkal,



9. ábra



10. ábra

### 3 Vízben oldott szennyeződések eltávolítása

A vízben levő széndioxidot, vas- és mangánvegyületeket, a víznek kellemetlen ízt és szagot adó egyéb oldott szennyezőket a vízből el kell távolítani. Egyes esetekben - elsősorban ipari célokra - szükséges lehet a víz keménységének csökkentésére is. A következőkben az oldott szennyeződések eltávolításának módszereit tárgyaljuk.

#### Savtalanítás

A savtalanítás célja a vízben lévő szabad, fölös (agresszív) széndioxid eltávolítása.

Kétfajta eljárás ismeretes:

- mechanikai és
- kémiai.

Mechanikai savtalanítás alkalmazásával a vizet valamilyen módon apró cseppekre osztatják és a vízcsepp-viszonylag nagy-felületén a széndioxid eltávozik.

Kémiai savtalanításhoz kémiai anyagot használnak, mely a fölös széndioxidot leköti. Az alkalmazott anyagok: magnéziumoxid (köznapi elnevezése: "fermágó"). Az eljárás hibája, hogy a folyamat végén általában magnézium - vagy kalcium-hidrokarbonát keletkezik, melyek - mint tudjuk - a víz keménységét növelik (lásd 1.2.1. pontnál).

#### Vastalanítás

A vízben lévő vas kivonása két lépcsőben történik: az első egy kémiai folyamat, a második mechanikai folyamat.

Az első folyamat oxidáció: a vízben oldott oxigén hatására a vas-hidrogénkarbonát illetve vasszulfát vízben oldhatatlan vashidroxiddá alakul (pehelyes csapadék formájában). Az oxigént befúvással vagy a víz permetezésével (ekkor a levegőből nyeli el a szükséges oxigént) juttatják a vízbe.

A második folyamat során a pehely alakban megjelenő vashidroxid kiszűrése a vízből mechanikai úton.

### 3 Vízben oldott szennyeződések eltávolítása

A vízben levő széndioxidot, vas- és mangánvegyületeket, a víznek kellemetlen ízt és szagot adó egyéb oldott szennyezőket a vízből el kell távolítani. Egyes esetekben - elsősorban ipari célokra - szükséges lehet a víz keménységének csökkentésére is. A következőkben az oldott szennyeződések eltávolításának módszereit tárgyaljuk.

#### Savtalanítás

A savtalanítás célja a vízben lévő szabad, fölös (agresszív) széndioxid eltávolítása.

Kétfajta eljárás ismeretes:

- mechanikai és
- kémiai.

Mechanikai savtalanítás alkalmával a vizet valamilyen módon apró cseppekre osztatják és a vízcsepp-viszonylag nagy-felületén a széndioxid eltávozik.

Kémiai savtalanításhoz kémiai anyagot használnak, mely a fölös széndioxidot leköti. Az alkalmazott anyagok: magnéziumoxid (köznapi elnevezése: "fermágó"). Az eljárás hibája, hogy a folyamat végén általában magnézium - vagy kalcium-hidrokarbonát keletkezik, melyek - mint tudjuk - a víz keménységét növelik (lásd 1.2.1. pontnál).

#### Vastalanítás

A vízben lévő vas kivonása két lépcsőben történik: az első egy kémiai folyamat, a második mechanikai folyamat.

Az első folyamat oxidáció: a vízben oldott oxigén hatására a vas-hidrogénkarbonát illetve vasszulfát vízben oldhatatlan vashidroxiddá alakul (pehelyes csapadék formájában). Az oxigént befúvással vagy a víz permetezésével (ekkor a levegőből nyeli el a szükséges oxigént) juttatják a vízbe.

A második folyamat során a pehely alakban megjelenő vashidroxid kiszűrése a vízből mechanikai úton.

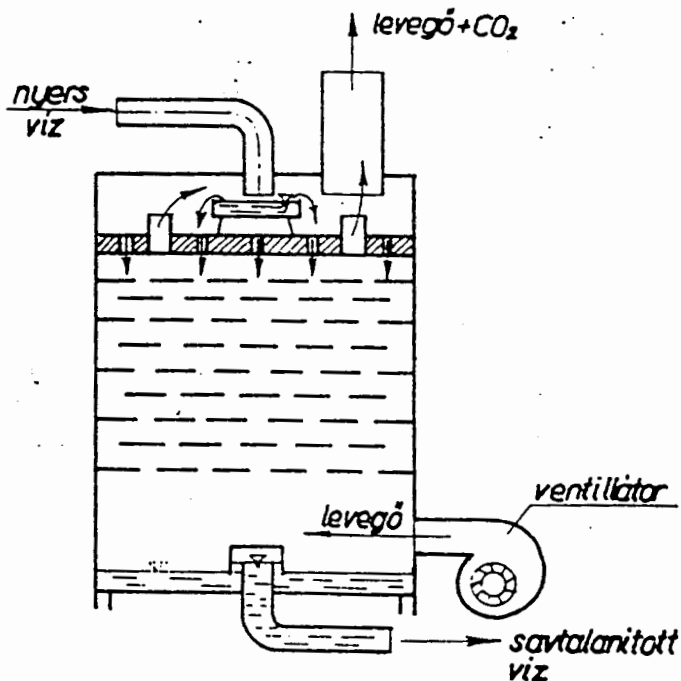
## Mangántalanítás

A mangántalanítás is oxidációs folyamat. Az oxidáció végén a kolloid-állapotú mangán-vegyületeket kiszűrik a vízből. Kétrétegű szűrőrétegen fogják fel a mangán-vegyületeket, melynél az alsó réteget kálium-hipermanganáttal aktivizálják. Újabban a folyamatos kálium-hipermanganát adagolását kezdik bevezetni.

### 3.1 Savtalanítás

A korábbiakban már részletesen tárgyaltuk a vízben levő szén-sav különböző formáit és megállapítottuk, hogy a szabad szén-savnak az a része, amely az egyensúlyi szén-savmennyiségen túl van jelen a vízben, agresszív teszi a vizet, el kell távolítani. A savtalanítás lehet

- a) mechanikai
- b) kémiai.



13. ábra

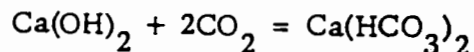
A mechanikai savtalanítás lényege, hogy a vizet nagy felületen érintkeztetve a levegővel a vízből a szabad szén-savat kimosatják. Ennek egyik formája, ha a vizet egy savtalanító kamrában szétporlasztják és a  $\text{CO}_2$ -t a kamra folyamatos szellőztetése útján eltávolítják. A másik megoldás ehhez hasonló: a vizet egy savtalanító toronyban kaszkádszerűen elhelyezett fa-lapokon vagy más tölteten keresztül csörgedeztetik és a vízzel ellenáramban levegőt vezetnek, ami a  $\text{CO}_2$ -t a vízből kimosza (13. ábra). A savtalanító korrózióvédelméről gondoskodni kell.

A kémiai savtalanításnál a vizet olyan szűrőanyagon vezetik át, ami a szénsavat megköti, vagy ilyen anyagot adagolnak hozzá.

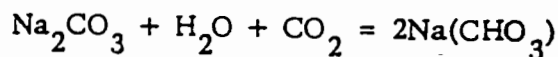
Ennek legegyszerűbb és legrégebb módszere, ha a vizet márvány- vagy égetett dolomit-, illetve magnezit zuzalékon vezetik át. Ez utóbbi a Fermagó néven ismert szűrőanyag. A savtalanítás során a víz keménysége növekszik, tehát ezek az eljárások elsősorban lágyvizeknél alkalmazhatók, vagy akkor, ha nem számít a víz keménységének növekedése.

A vízben levő agresszív szénsavat meg lehet kötni mésztej, szóda vagy nátronlúg adagolással is.

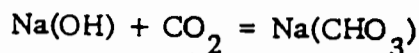
a) Mésztej adagolásakor lejátszódó reakció:



b) Szóda adagolásakor lejátszódó reakció:



c) Nátronlúg adagolásakor lejátszódó reakció:



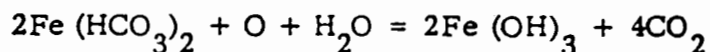
A b) és c) eljárás nem növeli a víz keménységét. Savtalanításnál általában vigyázni kell arra, hogy csak az egyensúlyi szénsavmennyiséget meghaladó  $\text{CO}_2$ -t távolítsuk el a vízből, mert különben a savtalanítóban karbonátok válnak ki.

### 32 Vastalanítás

A vas szervesen (hidrokarbonát, szulfát) és szerves (huminsav) kötésben lehet jelen a vízben. A vas jelenléte a vízben egyes baktériumok és algafajták elszaporodását eredményezheti, ezenkívül mosásra alkalmatlanná teszi a vizet, mert foltot hagy a ruhákban. Az oldott vas kellemetlen ízűvé teszi a vizet. A vas eltávolítása tehát elsősorban nem egészségügyi okok miatt szükséges.

Leggyakrabban kutak vizében fordul elő. A vas eltávolítása általában légoxidációval, majd azt követő szűréssel megoldható. Ez magyarázza, hogy a felszíni vizekben ritkán fordul elő oldott vas.

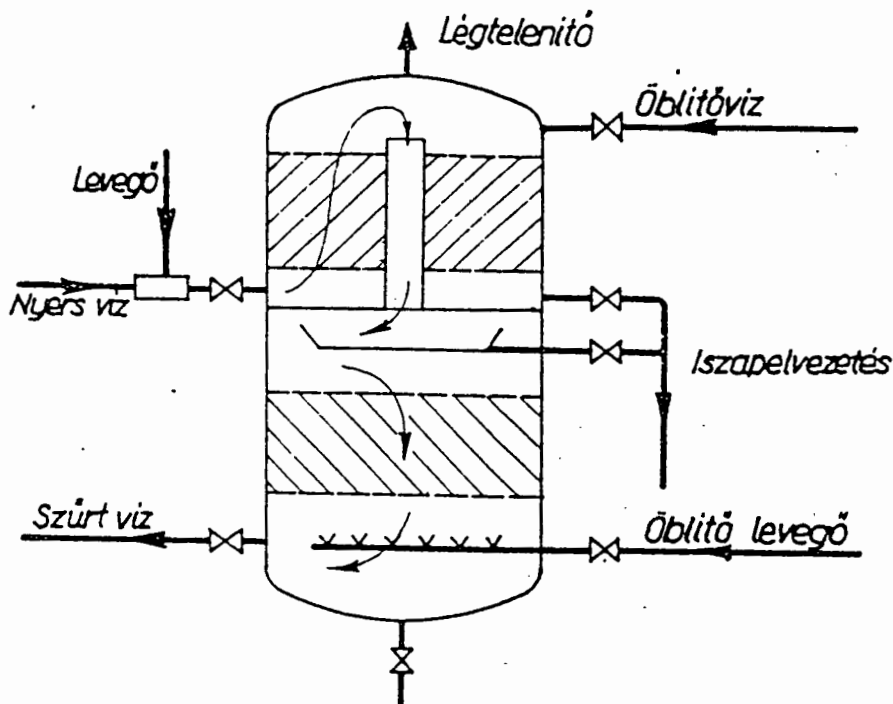
Hidrokarbonát kötésű vas eltávolításánál a légoxidáció eredménye:



A keletkezett vashidroxid csapadék formájában kiválik és kiszűrhető.

A vastalanító lehet zárt vagy nyílt. A nyílt vastalanító üzeme a biztonságosabb. A zárt vastalanító hátránya, hogy csak kisebb víz-levegő érintkező felület valósítható meg bennük, ezért sokkal több levegőre van szükségük, mint nyílt légoxidációs berendezéseknél. Előnyük viszont, hogy nyomás





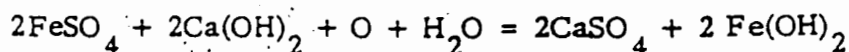
14. ábra

alatt hálózatba is beépíthetők és beruházási költségük a nyílt vastalanítókhoz viszonyítva kisebb.

A 14. ábrán zárt vastalanítót mutatunk be. A szűrő anyaga kvarchomok. Ujabban Fermago-szűrőt is alkalmaznak. Tisztításuk öblítéssel végezhető.

A levegőt kompresszor nyomja a zárt vastalanítóba. A levegőt olajmentes állapotban kell bekeverni.

A szulfátkötésű vas mésztej adagolásakor csapadékot képez, ami kiszűrhető



A szerves anyagokhoz kötött vasat levegőztetéssel nem lehet kicsapatni. Ilyenkor vegyszerként erősen oxidáló szert: klórt, káliumpermanganátot, ózont célszerű alkalmazni. A vas koagulálását elősegíti mésztej, vagy alumíniumszulfát adagolása.

### 3.3 Mangántalanítás

A mangán előfordulása a vaséhoz hasonló. A vízben kellemetlen fekete uszadékot képez, lerakódásokat okozhat. Eltávolítása oxidációval végezhető, de míg a vas semleges vízben légoxidációval is csapadékot alkot, addig a mangánt csak lúgos vízben intenzív oxidációval, katalizátor hatású szűrővel lehet eltávolítani.

Legkönnyebben a hidrokarbonáthoz kötött mangán távolítható el a vízből. A használt kvarchomok szűrőt káliumpermanganát oldattal kell kezelni:

A szűrő felületét bevonó kontakt réteg a mangánt oldhatatlan csapadékká alakítja.

A kezelt kvarchomok helyett a természetben található barnakő ( $\text{MnO}_2$ ) is felhasználható szűrőanyagként. A szűrők öblítéskor arra kell vigyázni, hogy a homokszemcsékről a felvitt kontakt réteget le ne mossák. Nehezebben megbontható mangánvegyületek esetén klórt, nátriumhipokloritot lehet alkalmazni.

Ritkábban használatos a mangánpermutittal végzett ioncserélős mangántalanítás is.

A mangántalanítás biológiai módszerrel is elvégezhető. Ennél az eljárásnál kvarchomok szűrőn kitenyésztett mangánemésztő baktériumokkal mangántalanítják a vizet. A baktériumok testük felépítéséhez mangánt és szénsavat használnak fel. Ez a módszer kis mangántartalmu vizeknél használható elsősorban.

### 3.4 Vas-és mangántalanítás

A vas és mangán általában együtt fordul elő. Eltávolításuk módja is hasonló: oxidáció, tehát kézenfekvő, hogy a vas és mangántalanító műveleteket komplex módon oldják meg. Általában a jó mangántalanítás a vastalanítás követelményeit is teljesen kielégíti, hiszen a mangántalanítás oxidációs feltételei a szigorubbak.

## 4 Szagok és ízek eltávolítása

A víz kellemetlen ízét okozó vas és a mangánvegyületek eltávolításával már foglalkoztunk. A felszíni vizek iz és szagártalmát nagyrészt szerves eredetű bomlástermékek okozzák. Ezek megszüntetése az alábbi módokon lehetséges:

- levegőztetéssel,
- aktív szenes kezeléssel,
- oxidációval.

Levegőztetéssel az oldott gázok távolíthatók el.

Az aktív szenes kezelés lényege azon alapszik, hogy a szén nagy felülete adszorbeálja azokat az anyagokat, amelyek a víz kellemetlen ízét és szagát okozzák.

A kezelendő vizet a következő módokon hozhatjuk kapcsolatba az aktív szénnel:

- homokszűrő előtt a vízbe aktív szénpor adagolásával,
- szénporok a gyorszűrő anyagába keverésével,
- szemcsés, aktív, gyors szénzűrő alkalmazásával.

Az oxidációs folyamatok a víz túlklórozásával, ionizálásával, vagy káliumpermanganáttal biztosíthatók. Ez utóbbi főleg a planktonoktól eredő mellékhatásokat csökkenti.

A víznek már igen kis mennyiségben is kellemetlen szagot adó kénhidrogén a víz klórozásával szüntethető meg:  $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{S} + \text{HCl}$ .

## 5 Csíráatlanítás

A csíráatlanítás célja a vízben levő mikroorganizmusok (baktériumok, vírusok) elpusztítása, hogy a víz az egészségügyi követelményeknek megfeleljen.

A sokféle, eljárás közül a leggyakoribbak:

- klórozás,
- ozonizálás,
- kezelés ibolyántul sugarakkal,
- csíráatlanítás ezüstionokkal,
- csíráatlanítás ultrahanggal.

Mielőtt az említett eljárásokat tárgyalnók, felhívjuk a figyelmet arra, hogy bár a csíráatlanítás és fertőtlenítés hasonló, alkalmazásukat illetően mégis megkülönböztetjük őket. Csíráatlanításon a víznek, fertőtlenítésen pedig a csővezetéknek, berendezési tárgyaknak baktériummentesítését értjük.

### 5.1 Klórozás

A klórozás csíráatlanító hatása azzal magyarázható, hogy a víz klórozásakor keletkező elemi oxigén a szerves anyagokat oxidálja így a mikroorganizmusok életképességét is megszünteti.

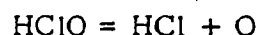
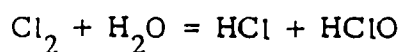
A klórozást klórral vagy aktív klórt tartalmazó vegyületekkel végzik a vitzisztítási folyamatok kezdetén mint előklórozást, vagy a vitzisztítás utolsó lépéseként mint utóklórozást.

Az előklórozást erősen szennyezett vizeknél alkalmazzák főleg klórmennyiséggel. A főleg klór ilyenkor az egyes vízkezelési eljárások során a különböző szennyeződések oxidálását végzi, tehát mennyisége, a tisztítás során jelentősen csökken, deklórozásra nincs szükség.

Utóklórozásnál a vízben a maradék klór az 1-2 mg/l-t ne haladja meg.

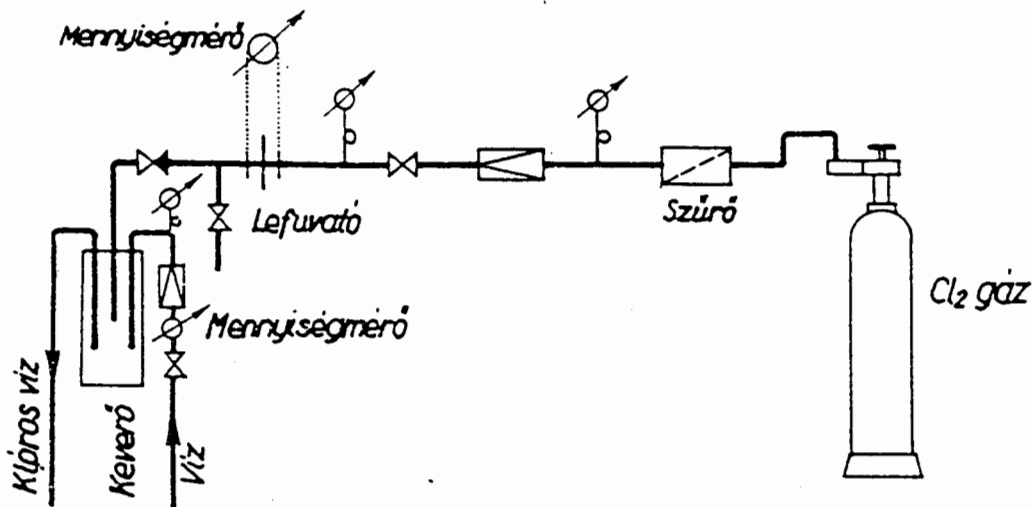
Ha ez a víz megfelelő tisztásához nem elegendő, akkor a vizet túlklórozzák, aminek nemcsak az az előnye, hogy csíráatlanítja a vizet, hanem megszünteti annak kellemetlen mellékzét is. A megengedett klórmennyiségen felül a vízben maradék klór aktív szén, ill. kén-dioxidos deklórozással szüntethető meg.

A klór igen erős mérgező. 0,01 % klórtartalmu levegő belélegzése halált okoz. Az élő szervezet szövetét szétroncsolja. Vízbe vezetve hipoklóros-sav keletkezik, ami sósavra és elemi oxigénre bomlik:



A klórozók általában klórágzt használnak. Az adagolás elve, hogy a klórgázpalackból vörösréz vagy ezüstcsővön érkező gáz nyomását konstans

nyomásra csökkentik, ezzel egyszerűbbé válik a gáz adagolása és mennyiségének mérése. A csökkentett nyomású és folyamatosan mért gázt közvetett klórozásnál folyamatosan áramló vízben oldják és az így keletkezett klóros vizet vezetik a kezelendő vízhez (15. ábra).



15. ábra

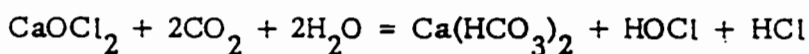
A klóros víz bevezetése és elosztása gravitációs csatornába egy perforált csővel lehetséges, amit a vízáramba tesznek. Nyomás ellenében vagy injektorral, vagy speciális korrózióálló szivattyúval adagolható a klóros víz. A klórgáz közvetlen bekeverése kisebb nyomás ellenében keverőszondával, nagyobb nyomásoknál pedig injektorral végezhető. A keverőrész általában ezüstből készül. A csővezeték korrózióvédelmére a bekeverés után legalább 10 m hosszúságban kell gondoskodni.

A klórozásnál nehézséget jelenthet, ha a vízben csak nyomokban is fenol van jelen, mert a keletkező klórfenol nagyon kellemetlen ízt és szagot kölcsönöz a víznek. Ilyen esetben a vizet túlklórozzák, hogy a kellemetlen szennyeződést oxidálják. A klórfelesleget aktív szénrel kötik meg.

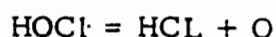
A közműhálózatba kiadott víz mindig kell, hogy tartalmazzon kismértékű klórfelesleget, ami a víz esetleges későbbi szennyeződésekor biztonságot jelent.

A klórozási eljárásoknál a klór más vegyület formájában is felhasználható.

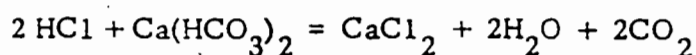
Klórmezg adagolásánál pl. a vízben levő szénsav hatására hipoklóros-sav keletkezik:



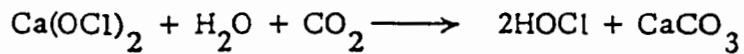
A hipoklóros-sav felbomlik és a felszabaduló oxigén erősen oxidáló hatású:



A keletkező sósav a víz állandó keménységét növeli a változó rováására:



A klórmész egyik fajtája a kalciumhipoklorit (Capromit). Kevésbé higroszkópos. A belőle képződő hipoklóros-sav hatása már ismert:



A klórmészet elsősorban fertőtlenítésre használják.

A nátriumhipokloritot kis vízműveknél alkalmazzák. Erős oxidálószer:

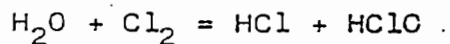


Vízzel bármilyen arányban vegyíthető. Konyhasó oldatból elektroli-  
zissal a helyszínen is előállítható.

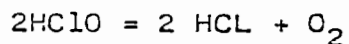
Az aktív klór hatóidejének növelésére a víz csirátlanításához klórami-  
nokot használnak. A klóraminok előnyösen használhatók olyan esetben is,  
amikor kívánatos elkerülni a szabad klórral végzett csirátlanítás kellemet-  
len mellékreakcióit, pl. uszodavizek tisztításánál, ahol klóraminok alkal-  
mazásával csökkenthető a szem nyálkahártyájának izgatása.

Klóraminos vízkezelésnek minősíthető a klór és ammónia együttes  
adagolása a tisztítandó vízhez.

Klórozás alkalmával klórgázt vezetnek a vízbe, az el-  
nyelt klór sósavvá és hipoklórsavvá alakul, a következő  
kémiai egyenletnek megfelelően:



A hipoklórsav nem állandó vegyület, így tovább bomlik:



A két egyenlet alapján keletkező sósav és hipoklórsav is  
roncsoló hatású a szerves szervezetekre, de a szabad oxigén  
hatása a döntő.

A klórgázt cseppfolyósított kiórt tartalmazó palackok-  
ból vezetik a vízbe, az adagolást különböző készülékeken ke-  
resztül folyamatossá teszik.

A klórozásnak építészeti kihatása is van, tudniillik a  
klór mérges gáz. Ezért a klórozóberendezés külön helyiséget  
igényel. A klórgázt tartalmazó palackokat a robbanásveszély  
és balesetvédelmi okok miatt szintén külön helyiségben kell  
tárolni.

A megfelelő mennyiségű klór vízbe juttatása nagy pontosságot igényel. A kellenél kevesebb klór nem tudja megfelelő mértékben megtisztítani, fertőtleníteni a vizet. A szükségesnél sokkal több klór vízbejuttatása szintén káros, mert egyrészt korrodálja a fém csővezetéseket, másrészt - ivóvíz esetén - kellemetlen klór-íz ad a víznek.

Ivóvíz minőségű víz előállításához - a víz szennyezettségétől függően -  $m^3$ -ként 0,5 ... 10 gr klór szükséges. Szennyvíztisztításkor 5 ... 30  $gr/m^3$  klórt adagolnak.

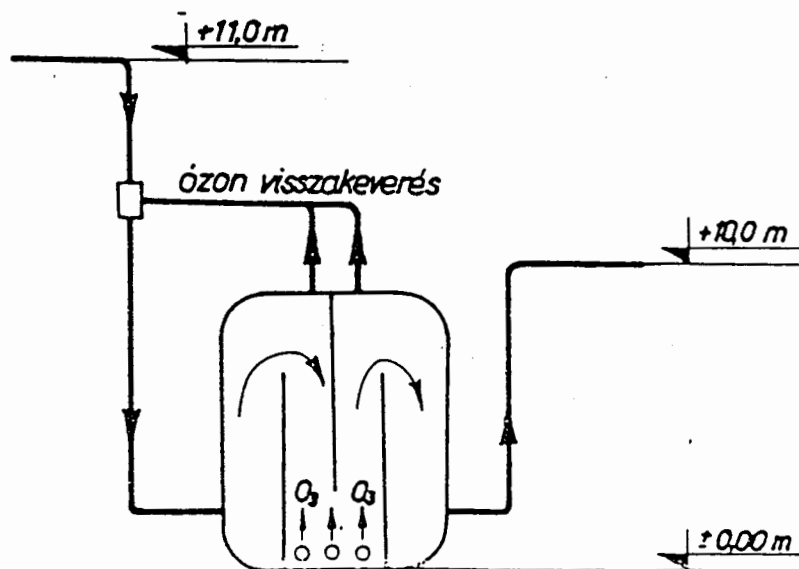
A klórmész kb. 35 % klórt tartalmaz. Vízterelő medencék fertőtlenítésére használják, legtöbbször annak falait mosásuk le vele. A klórmészben lévő klór a klórozásnál megismert módon fertőtleníti a vizet illetve a medencék falait.

## 5.2 Ozonizálás

Az ózon ( $O_3$ ) labilis gáz, a harmadik oxigénatomot könnyen leadja és a felszabaduló oxigénatom nagyon erős aktivitása miatt oxidáló hatása a klórnál is erősebb (a vízben levő fenolokat is oxidálja). Az ózon villamos kisülésekben keletkezik, tehát villamos úton lehet előállítani. Vízben nehezen oldódik. Vízbe keveréséhez többféle megoldást alkalmaznak, pl. in-

jektossal, buborékolatással juttatható a vízbe. A 16. ábrán az utóbbira látnak megoldást.

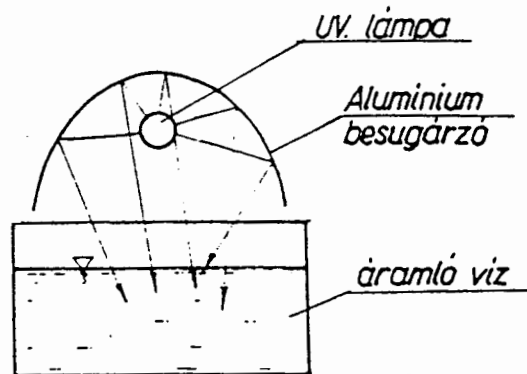
Az ozonizálás nagyobb mértékben a klórhoz viszonyított lényegesen magasabb előállítási költsége miatt nem terjedt el.



16. ábra

### 53 Csírátlantítás ibolyántúli sugarakkal

A természetes napfényben megtalálható ibolyántúli sugarak csírátlantító hatása régóta ismert. Ibolyántúli sugarakkal csak teljesen tiszta, átlátszó, hordalékmentes vizet lehet csírátlantítani. Ennek a kezelési módnak az üzemköltségei még az ozonizálásnál is magasabbak. A sugárzó ultraviolett lámpa az ultraibolya sugarakat áteresztő kvarccsőből készül, amit a csírátlantítandó víz felett helyeznek el (17. ábra). Hátránya ennek az eljárásnak, hogy a vízhálózatba kerülő víz, esetleges utólagos szennyeződések ellen nem védett.



### 54 Csírátlantítás ezüstionokkal

17. ábra

Az ezüst baktériumölő tulajdonságát már nagyon régen használják és az utóbbi időkben egyes vízcsírátlantítási technológiákban újra alkalmazásra került.

Az ezüst baktericid tulajdonsággal azzal magyarázható, hogy a vízbe kerülő ezüstionok bontják a mikroorganizmusok plazmáját.

Az ezüstionok vízbejuttatása többféle módon lehetséges. Alkalmazott megoldás a víz átvezetése ezüstözött Raschig-gyűrűs szűrőn, ahol a víz közvetlenül a fémfelülettel érintkezik.

Jól bevált az elektrolitikus módszer, ahol az ezüstionokat ezüstánódok révén juttatják a vízbe. Ezenkívül ezüstók (ezüstnitrát) közvetlen oldása is eredményre vezet. A vízben levő szennyeződések hátráltatják az ezüst csírátlantító hatását, mert a víz lebegőanyagtartama pl. csapadék formájában leköti az ezüstionokat. Zavaros víznél tehát nem vezet eredményre az ezüstionos csírátlantítási módszer.

### 55 Csírátlantítás ultrahanggal

Ultrahanggal kezelt vizekben az élő szervezetek sejtjei roncsolódnak, a fehérjék szétbomlanak. Ezzel magyarázható az ultrahang csírátlantító hatása. Az ultrahangot kvarckristályokkal, vagy mágneses uton lehet előállítani. Ezt a csírátlantítási eljárást elsősorban külföldön alkalmazzák.