

## **Kuti Rajmund**

### **A víz tűzoltói felhasználhatóságának lehetőségei, korlátai**

A tűzoltóság a bevetések 90%-ban ivóvizet használ tűzoltásra, s a legtöbb esetben a kiépített vezetékes hálózathoz kerül a tűzoltó járművekbe, de használnak más felhasználású vizet is. A vizet fizikai, kémiai eljárásokkal lehet alkalmassá tenni tűzoltási célokra. Milyen szempontokat kell figyelembe venni?

#### **A víz szerepe**

A víz mindennapi életünkben a háztartásokban, továbbá az iparban, az energiatermelésben, a mezőgazdaságban legnagyobb mennyiségben felhasznált vegyület, valamint a leggyakrabban alkalmazott tűzoltóanyag. Az utóbbi tíz évben a klímaváltozás és a globális civilizációs hatások következtében Földünk ivóvíz készlete mérhető módon csökkenni kezdett. A földi élet teljesen lehetetlen lenne víz nélkül. Nemzetközi kutatócsoportok és szervezetek a környezet-és biztonság tudatosságra szólítják fel az államokat [1]. A környezetvédelmi normák szigorításának köszönhetően a környezetbarát tűzoltóanyagok – köztük a víz – felhasználása ismét előtérbe került. Magyarországon a tűzoltóság a bevetések során megközelítőleg 90%-ban ivóvizet használ tűzoltásra. Felhasználását tekintve a tűzoltásra használt víz származhat természetes, vagy mesterséges vízforrásokból, legtöbb esetben a kiépített vezetékes hálózathoz kerül a tűzoltó járművekbe, valamint a beépített tűzoltó rendszerekbe. Felhasználási szempontokat figyelembe véve a kívánt minőségű tűzoltó vizet fizikai, kémiai eljárásokkal lehet alkalmassá tenni tűzoltási célokra. Az ipari folyamatokban felhasznált ipari vizek egy része is alkalmas tűzoltásra, melyek minősége elég széles intervallumban változhat. Az ipari víz elnevezés nem a vízminőséget jelöli, hanem a felhasználás célját határozza meg. A különböző gyártási, technológiai folyamatokban felhasznált vízzel szemben a kémiai reakció, vagy segédanyagként történő alkalmazás szempontjai szerint változnak a minőségi követelmények. Fontos tehát megismerni a víz fizikai-kémiai tulajdonságait, felhasználási lehetőségeit és korlátait, hogy a tűzoltás területén is tudatos és takarékos vízfelhasználással előzzük meg Földünk vízkészletének csökkenését.

#### **A víz fizikai- kémiai tulajdonságai**

A kémiaiilag tiszta víz átlátszó, szagtalan, íztelen folyadék. A vizet hidrogén-oxid molekulák alkotják, képlete H<sub>2</sub>O. Vékony rétegben színtelen, nagy vastagságban kék színű. Egyéb feltűnő fizikai sajátossága, hogy sűrűsége +4°C-nál a legnagyobb, ennél alacsonyabb, vagy nagyobb hőmérsékletű víznek kisebb a sűrűsége. Télen a természetes vízforrások befagyás előtt teljes mennyiségben +4°C-ra hűlnek le, ugyanis a külső hőmérséklet hatására a víz felszínén kezdődő lehűlés következtében a felül képződő +4°C-os legnagyobb sűrűségű vízréteg a gravitáció miatt mindaddig lesüllyed, amíg az egész víztömeg +4°C-ra le nem hűl. Ezután fagy meg a felső réteg. A mély vizek soha nem hűlnek le teljesen, így tűzoltási célra felhasználhatók. A következő táblázat a víz sűrűségváltozását mutatja a hőmérséklet függvényében.

Hőmérséklet °C	Sűrűség kg/dm <sup>3</sup>
0	0,9998
2	0,9999
<b>4</b>	<b>1,0</b>
10	0,9997
50	0,9881
100	0,9586

1. sz táblázat: A víz sűrűségváltozása a hőmérséklet függvényében (Forrás: szerző összeállítása)

Olvadáspontja 0 °C, forráspontja 100 °C. A víz hőmérséklet függvényében minden halmazállapotban megtalálható, szilárd (jég), cseppfolyós, légnemű (gőz). Fagyáskor a víz térfogata 1/9 részével növekszik, sűrűsége csökken, ezért a jég a vízben úszik. A térfogat növekedést téli felhasználás során fokozott figyelemmel kell kezelni. A földfelszín egyik legnagyobb mennyiségben előforduló vegyülete, a Föld felszínének mintegy 2/3-át víz borítja óceánok, tavak, folyók, sarki jégtáblák formájában. Ennek köszönhetően könnyen hozzáférhető, így beszerzése, tisztítása viszonylag egyszerű. Felhasználhatóságát növeli, hogy kémiaiilag semleges, könnyen szállítható, nem toxikus. Hátránya, hogy a szennyező anyagok mennyiségétől függően vezeti az áramot. Még a csapadékból származó víz sem tiszta, a porokon kívül sókat is tartalmaz. Ilyenek például a NaCl, MgCl<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> stb.

Tulajdonképpen a vízben oldott sók okozzák a víz jó elektromos vezetőképességét. Ezek a sók elektromos feszültség hatására elektrolitos folyamatot indítanak meg, és a vizet elektromosan vezetővé teszik. Például az elektromos berendezések tüzeinek feszültség alatt történő oltása a víz vezetőképessége miatt áramütés veszélyével fenyegeti a tűzoltás résztvevőit. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogyha a vízsugarat egy feszültség alatt lévő berendezésre irányítják, a sugarat tartó tűzoltó és a feszültség alatt álló berendezés között potenciálkülönbség lép fel, az áramkör a sugarat tartó személyen keresztülzáródik a föld felé. Gyakorlatilag az áramkörbe került személy életveszélyes áramütést szenvedhet. Ilyen esetekben a víz alkalmazását kerülni kell.

A víz alkáli fémekkel, alkáli földfémekkel, valamint azok karbidjaival és hidridjeivel kémiai reakcióba lép.

A nátrium és víz reakciója:



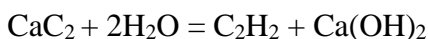
A nátrium és a víz kémiai reakciójából végbemenő robbanás tulajdonképpen két részből áll. A reakció első részében a nátriumot – mivel erősen pozitív fém – a vízben lévő oxigén magához köti és ezáltal hidrogén szabadul fel. A reakció során nagy mennyiségű hőenergia fejlődik, amely magát a nátriumot is meggyújtja, és az világító fénnel égni kezd. A reakció második szakaszában a nátrium égésével a hőenergia képződés fokozódik, és a felszabaduló hidrogént, mely a levegő oxigénjével megfelelő arányban keveredett, meggyújtja. Ezek a kémiai reakciók rendkívül viharosan, robbanásszerűen mennek végbe.

A kálium és a víz reakciója a nátriumhoz hasonlóan, megy végbe:



A láng az elemre jellemző színeződést vesz fel, amely a nátriumnál sárgás, a káliumnál lilás árnyalatú. A hidrogén azonban akkor gyullad meg, ha fémdarab – és ez különösen a nátriumra érvényes - legalább borsó nagyságú. A reakció intenzitása az alkáli fémek atomsúlyának növekedésével, a nátriumtól a céziumig hevesebb lesz. Kálium esetében azonban legtöbb esetben olyan heves a reakció, hogy a megolvadt fém a robbanás következtében nagy távolságra szétfröccsen és a környezetében található éghető anyagokat meggyújtja. Az alkáli fémekhez hasonlóan viselkednek vízzel az alkáli és alkáli földfémek hidridjei is: pl. káliumhidrid KH, nátriumhidrid NaH, kalciumhidrid CaH. Az alkáli és az alkáli földfémek karbidjai közül a kalcium-karbid  $\text{CaC}_2$  vízzel történő reakció közben, már kevés vízzel is annyi hőt fejleszt, hogy a keletkező acetilén gáz önmagától meggyullad.

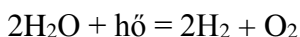
A víz és kalcium-karbid reakciója:



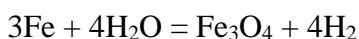
A reakció során acetilén keletkezik, ami a levegő oxigénjével 2,5 – 8,1 %-os koncentrációs határok között robbanóképes elegyet alkot.

A víz alkalmazását korlátozza, hogy magas hőmérsékleten termikusan bomlik.

Ez a reakció a következőképpen megy végbe:



A víz bomlása különösen erős, vörös izzású vas jelenlétében fordul elő az alábbi egyenlet szerint:



A vas leköti ugyan az oxigént, de a levegő oxigénjének odajutása következtében hidrogén-oxigén elegy, azaz durranógáz keletkezik. Ugyancsak magas hőmérséklet keletkezik a magnézium, alumínium égése alkalmával és a hő hatására a víz, alkotó elemeire eshet szét. A bomlási folyamat kb. 1500 °C-nál kezdődik és 3000 °C-nál már a víz teljes bomlása bekövetkezhet [2].

A víz százalékos bomlása a hőmérséklet emelkedésével, a következőképpen alakul:

1500 °C-nál a víz 0,033%-a,

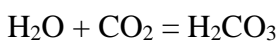
2000 °C-nál a víz 0,115 %-a,

2500 °C-nál a víz 10,1 %-a felbomlik,

3000 °C-nál a bomlás fokozódik és bekövetkezik a robbanás.

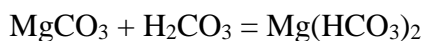
A víz gyors gőzzé válása (magasabb hőmérsékleten) és az ebből keletkező robbanásszerű jelenség nem azonos a víz bomlásánál keletkező durranógáz robbanásával.

A természetes víz mindig tartalmaz oldott oxigént, nitrogént, és szén-dioxidot, mert a víz részben oldja a levegőt alkotó gázokat. A vízben oldott oxigén a vízi állatok légzéséhez, a szén-dioxid a vízi növények táplálkozásához, fejlődéséhez szükséges. A vízben oldott szén- dioxid egy része a vízzel szénsavvá egyesül.

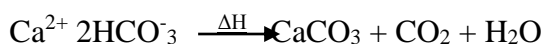


A víz csekély, de mindig jelenlévő szénsavtartalmának nagy jelentősége van az ásványok oldásában, kőzetek mállásában, mert a víz szénsavtartalma miatt több vegyületet, ásványt,

kőzetet felold, amelyek tiszta vízben nem oldódnak. Például a kalcium-karbonát, vagy magnézium-karbonát, tiszta vízben oldhatatlan, szénsav tartalmú vízben kalcium-hidrogén-karbonát, valamint magnézium-hidrogén-karbonát formájában feloldódik.

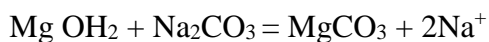
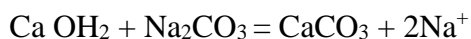


A természetes víz különböző oldott sókat is tartalmaz, melyek között a kalcium és magnézium gyakorlati fontossága jelentős. A sok oldott só tartalmazó vizet kemény víznek, a keveset tartalmazót lágy víznek nevezzük. A vízben oldódó hidrogén-karbonátok képződése megfordítható folyamat, a vízben oldott szén-dioxid, szénsav tartalom függvénye. Ha a szén-dioxid eltávozik az oldatból, akkor az oldatban lévő hidrogén-karbonátok oldhatatlan karbonátokká alakulnak vissza és kicsapódnak. Hőmérséklet emelkedés hatására a víz oldott szén-dioxid tartalma eltávozik, ezért a víz oldott kalcium- és oldott magnézium-hidrogén-karbonát tartalma is kicsapódik karbonátok alakjában, mely vízkőképződést eredményez.



A vízkő hozzátapad a vizet körülvevő felületekhez, további problémákat okozva ezzel. Ez a folyamat játszódik le a tűzoltó szivattyúkban is, ahol a vízkőképződés teljesítménycsökkenést eredményez.

Az ipari célra történő felhasználás előtt a vízből el kell távolítani a keménységet okozó sókat. Ez az eljárás a vízlágyítás, melynek legegyszerűbb formája vízlágyítószeres adagolása a vízhez, amelyek a vízben oldott kalcium és magnézium sókkal vízben oldhatatlan sókká vegyülnek és azokat a vízből kicsapják, például a mész-szódás eljárás:



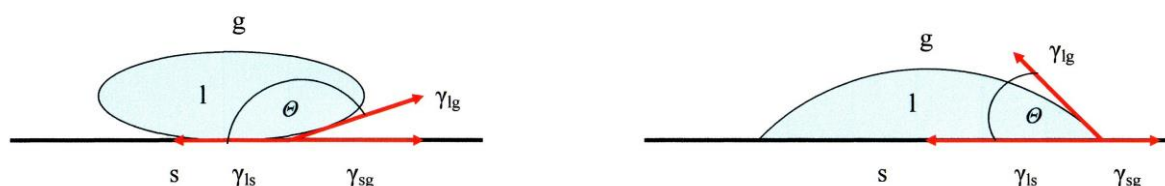
A keletkező kalcium és magnézium-karbonát a vízből szűréssel könnyen eltávolítható [2].

### **A víz felületi feszültsége**

A víz nagy felületi feszültsége alapvetően nem előnyös a gyakorlati alkalmazás szempontjából. Ez a probléma vegyipari, valamint háztartási alkalmazása esetén is jelentkezik [3]. Régi és közismert jelenség, hogy a folyadékok gáztérben, vagy velük nem

elegyedő folyadékokban gömbalakot – vagyis a legkisebb felületű alakot – igyekeznek felvenni. A felületi feszültség tulajdonképpen az az ellenállás, amelyet a folyadék felszíne tanúsít azzal az erővel szemben, amely a folyadék felületét meg akarja nagyobbítani. A felületi feszültség tehát a felület egységnyi hosszúságában működő, felületet csökkentő erő. Mértékegysége: N/m. A vízcseppet körülvevő anyagok molekulái a vízcsepre különféle erőket fejtenek ki. Ha az erők vízmolekulára kifejtett hatása elhanyagolható (levegő: g) a kohéziós erőhöz képest, akkor a víz felületén lévő részecskék a kohéziós erő hatására a folyadék belseje felé igyekeznek elmozdulni, vagyis a felület tényleg csökken. Ezeknek az erőknek a víz (l) molekuláira kifejtett hatása nem hanyagolható el, ha a vízcsepp egy szilárd (s) felületre került. A vízcsepp jobban, vagy kevésbé terül szét azon – nedvesíti, vagy kevésbé nedvesíti a felületet – a vonzó és taszító erők függvényében. A nedvesítés mértéke a nedvesítési peremszöggel ( $\theta$ ) jellemezhető. Ha a peremszög nagyobb  $90^\circ$  –nál, akkor részleges nem nedvesítésről, ha kisebb  $90^\circ$  –nál, részleges nedvesítésről beszélünk.

A vízcsepp nedvesítés hatására történő változását a következő ábra szemlélteti.



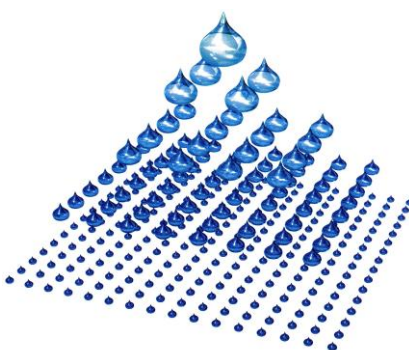
1. sz. ábra: Víz felületi feszültségének változása nedvesítés hatására (Forrás: szerző összeállítása)

A közös határfelületen fellépő erőket a határfelületi feszültséggel jellemezzük  $\gamma_{ls}$ ,  $\gamma_{sg}$ ,  $\gamma_{lg}$ . A nedvesítés mértéke a határfelületi feszültségek módosításával is befolyásolható [4]. A víz tűzoltási célra történő felhasználása esetén is komoly problémákat okoz a víz felületi feszültsége. A tűzoltás során különféle fűvókákkal előállított vízcseppek is gömb formájúra igyekeznek összehúzódni, ezért az égő anyaggal kis felületen érintkeznek, az égő felületet nem nedvesítik kellően. A felületi feszültséget kétféle módon lehet csökkenteni: különféle adalékanyagok, nedvesítő szerek (például habképző anyag) hozzáadásával, valamint elporlasztással történő felületnöveléssel.

Az adalékanyag csökkenti a víz felületi feszültségét és olyan hatást fejt ki, hogy az oltandó anyag és a vízmolekulák között nagyobb lesz a vonzerő, mint az egyes vízmolekulák között. Így a víz rátapad az égő anyag felületére, könnyebben hatol be a porózus felületi részekbe, ezáltal felgyorsul a párolgás és a hűtőhatás Tűzoltási munkálatok

során a nedvesítés legtöbbször a szivattyún átáramló vízmennyiség 1%-ának megfelelő habképző anyag bekeverésével valósul meg [5].

A víz speciális sugárcsöveken meghatározott nyomással történő átvezetésével porlasztott vízsugarat lehet előállítani. A vízcseppek előállításával adott vízmennyiség felülete növelhető. A víz nagyfokú elporlasztásával lehet vízködöt létrehozni. A tűzoltási feladatokhoz alkalmas vízködöt speciális szórófejekkel, vízköd fűvókákkal állítják elő, amely nem egyszerű technikai feladat Vízköddel oltás során, adott vízmennyiségből eleve nagyobb vízfelületet lehet előállítani, ezáltal a felületi feszültség is kisebb mértékben tapasztalható. [6]



2. sz. ábra: Víz felületének növeléseporlasztás hatására (Forrás: FOGTEC vízköddel oltó berendezés gyári leírása, FOGTEC GmbH Köln 2006, 4.p.)

## Víz tisztítás

Bebizonyosodott, hogy a tűzoltás során felhasznált oltóvíznek a felhasználás módjától függően nagyjából a fele elfolyik, másodlagos károkat okozva. A kísérletek során a fejlesztés irányainak tekintetében az előbbi felismerés után két probléma merült fel:

- Az elfolyó víz felfogása, tisztítása, újra felhasználása,
- Az oltási hatékonyság növelése, vagyis az elfolyó víz mennyiségének minimalizálása,

A fentiekben vázolt technológiával az oltóvíz mennyisége csökkenthető, oltási hatékonysága növelhető, felfogása egyszerűbb, tehát kisebb mennyiséget kell tisztítani. Nagyon fontos, hogy a víz az újrafelhasználás, vagy a környezetbe kerülés előtt megtisztításra kerüljön. A víz tisztítás a vízben oldott, illetve lebegő formában lévő szerves és szervetlen anyagok eltávolítása. Az első fokozatban a gyorsan ülepedő anyagokat ülepitési eljárás során iszap formájában különítik el a víztől. Következő lépés a biológiai tisztítás, lényeg a vízben élő állati és növényi szervezetek élettevékenységének ipari célú felhasználása. A tisztítás utolsó szakasza a víz fertőtlenítése [7].

## Összegzés

Az elmúlt években a klímaváltozás és a globális civilizációs hatások következtében nagymértékű ivóvíz csökkenést tapasztaltak a kutatók Földünkön. Problémákat okoz a vízkészlet szennyeződése is, természetes vizeink nagy része emberi fogyasztásra alkalmatlanná vált. A környezetvédelmi normák szigorításának köszönhetően a tűzvédelem területén is a környezetbarát anyagok – köztük a víz – felhasználási lehetőségeinek vizsgálata ismét előtérbe került. Magyarországon is folynak kutatások a fenntartható fejlődéssel összeegyeztethető célirányos vízgazdálkodással kapcsolatosan. A világ biztonságában végbemenő változásokat áttekintve, megállapítható, hogy a víz, mint környezeti elem, az élet és vagyonbiztonság szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bír, ezért környezet-és biztonságtudatos felhasználása az élet minden területén egyre fokozottabb körültekintést igényel. A víz fizikai, kémiai tulajdonságainak megismerése fontos, sőt elengedhetetlen a gazdaságos vízfelhasználás szempontjából, továbbá a víztisztítási, újrafelhasználási folyamatok lépéseinek kidolgozásához.

## Felhasznált irodalom

1. Földi László, Halász László: Környezetbiztonság, Complex Kiadó Budapest 2009,
2. Korcsmáros Iván, Szőkefalvi-Nagy Zoltán: Szervetlen kémia, Tankönyvkiadó Budapest 1980,
3. Szakál Pál: Folyadékok fajlagos felületének növelése difformálással, Magyar Kémikusok Lapja 1979/4-5. szám, 233.p.
4. Báder Imre: Fizikai-kémiai laboratóriumi gyakorlatok, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1998.
5. Kuti Rajmund: Miben Rejlik a vízköd tűzoltási hatékonysága? Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 501, pp 1-7. 2014, URL cím: <http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan501.pdf>
6. Kuti Rajmund: Vízköddel oltó berendezések speciális felhasználási lehetőségei és hatékonyságuk vizsgálata a tűzoltás és kárfelszámolás területén, PhD doktori értekezés, ZMNE, 2009.
7. Halász János, Hannus István, Kiricsi Imre: Környezetvédelmi technológia, Szegedi Egyetemi Kiadó 2007,