

Dr. Kuti Rajmund

Miben rejlik a vízköd tűzoltási hatékonysága?

Az utóbbi években környezetvédelmi szempontok, a környezettudatosság került előtérbe a tűzoltás területén is. Miután a halonokat kivonták a rendszerből, új tűzoltási technológiák kutatására, fejlesztésére és gyakorlati bevezetésére került sor. Ismét előtérbe került a víz felhasználása, de nem a hagyományos módon, hanem vízködként. A vízköddel oltó rendszerek, a víznek speciális felhasználását teszik lehetővé, valamint az oltást hatékonyabbá úgy hogy nem jelent veszélyt az emberre és a környezetre.

A vízköd fizikai, kémiai jellemzői, oltóhatásai

A tűzoltási tevékenység fejlődése során felismerték a tűzoltók, hogy a víz hőelvonó képességét növelni lehet, ha a zárt víztömeg helyett kisebb vízcseppecskék felhőjét juttatjuk az égő anyagokra. Az egyre jobb tűzoltó technikai eszközök, szivattyúk, sugárcsövek segítségével megfelelő nyomáson porlasztott vízugarat lehetett működtetni és a tűzoltást hatékonyabban végrehajtani. Különböző fúvókás berendezésekkel már régóta elő lehet állítani finom ködszerű vízpermetet, ahol már megfelelő a cseppméret, de a kinetikai energia még nem elég nagy, így a permet lángtérbe juttatása nem egyszerű feladat. A kis vízcseppeket a felfelé irányuló forró gázáram könnyedén magával ragadhatja, illetve a sugárzó hő már a lángperiférián elpárologtatja, ezért oltóhatásukat nem tudják kifejteni.

A vízköd tűzoltási hatékonyságának kulcsa a megfelelő kinetikai energiával rendelkező rendkívül kisméretű vízcseppekben rejlik. Azt a víz aeroszolt nevezzük vízködnek, amelynél az előállításra használt szórófejtől 1 méterre lévő síkban, a legkisebb tervezett üzemi nyomást alapul véve, a kibocsátott vízköd mennyiségének kevesebb, mint 1%-a képződött 1000 µm vagy nagyobb átmérőjű vízcseppből. A cseppméret nagyságát lézeres mérőberendezéssel ellenőrzik legalább 24 helyen a permetben [1].

Az oltóhatás olyan feltételek létrehozása, amelyek megakadályozzák, vagy gátolják az égést és feltételeinek kialakulását. Néhány különleges eseten kívül - ahol a vízködot tűzoltóanyagként alkalmazni tilos – a vízköd széles körben alkalmazható, kiváló oltóanyag. Felhasználásának jelentősége abból adódik, hogy egyidőben több oltóhatást képes kifejteni. Kísérletek sora bizonyítja, hogy vízköddel történő tűzoltás során az oltóhatások egyszerre jelentkeznek.

Vízköddel történő oltás során a víznek a lehető legkisebb cseppnagyságban kell az égési térbe jutnia, ezáltal az oltóközeg hűtőfelülete lényegesen nagyobb, a felhasznált oltóvíz mennyisége pedig mérhetően kevesebb, mint a hagyományos felhasználás során.

Vízködöt több nyomástartományban különféle fűvókák alkalmazásával is elő lehet állítani, ezáltal azonban az előállított vízköd cseppméretében különbség mutatkozik. A cseppméret nagymértékben befolyásolja a hűtőfelületet [2].

A következő táblázatban a vízcseppek méretének, számának, illetve az 1 liter vízre eső aktív felületnek az összefüggései láthatóak.

Cseppátmérő (mm)	Cseppek száma	1 liter vízre eső aktív felület (m²)
10	1.9×10^3	0,6
1	1.9×10^6	6
0,1	1.9×10^9	60
0,01	1.9×10^{12}	600
0,1-szeres	1.000-szeres	10-szeres

1. sz. táblázat: A vízcseppek átmérőjének csökkenésével a felület nő. (Forrás: a szerző összeállítása)

A vízköd hűtőhatása

Az égési folyamat során felszabaduló hőenergia nagy része hővezetés, hősugárzás és hőáramlás formájában eltávozik az égéstérből. A visszamaradó energiamennyiség a további égés fenntartására fordítódik. Ez a kezdeti energiának kb. 8-16 %-át teszi ki. Ha az oltóvíz lángtérbe juttatásával az égő anyag hőmérsékletét a gyulladási hőmérséklet – éghető folyadékok esetében lobbanáspont – alá csökkentjük, akkor a reakcióterben nem marad elegendő energia az égés fenntartására. Ennek legalkalmasabb formája a párolgásos hőelvonás. Ekkor a vízköd egy része gőzzé válik az égéstérben. A gázcsere következtében kialakuló felhajtóerő valamint a konvektív áramlás – forró felszálló légáramlat – következtében a tűztől távolabb ismét folyadék halmazállapotba kerülve leadja a felvett hőjét. Ilyenkor fontos a nagy fajlagos felület, mert a víz forráspontjáig történő felmelegedésében és a párolgásban a felületnek rendkívül fontos szerepe van.

A vízköd folyadék halmazállapotban – apró cseppek – hátra maradó része a hőelvonás révén fejt ki oltóhatását. Ebben az esetben a hűtés hatásfoka lényegesen kisebb a fenti bekezdésben

ismertettekénél. Nem mindegy tehát, hogy tűzoltás során milyen arányú a párolgásos hőelvonás és a hűtés aránya [2].

A túl apró cseppméret azért nem megfelelő, mert a nagyobb tüzek intenzív gázcsere-áramai miatt az oltóanyag nem jut be az égési zónába, így a megfelelő oltóhatást nem képes kifejteni. A hűtőhatás vizsgálata során egyértelműen megállapítható, hogy a víz nagy nyomáson történő porlasztásának eredményeképpen a hűtőfelület lényegesen nagyobb, mint a hagyományos, pl. sprinkler rendszerekben. Ez az intenzív hűtés nem csak a tűzoltásban előnyös, hanem azért is, mert elvonja a sugárzó hőt, így óvja az ott tartózkodó személyeket és vagyontárgyakat a hőhatástól.

A vízköd oxigénkiszorító-fojtóhatása

A kis vízcseppek a tűzfészek környezetében gyorsan gőzzé válnak. Ez a folyamat a lángzónában, magas hőmérsékleten megy végbe. Hűvösebb helyeken - például menekülési útvonalakon - gőz nem képződik. A kis cseppméret több mint 300-szor gyorsabb párolgási sebességet jelent a hagyományos rendszerekhez képest. A hagyományos sprinklernek nagyobb vízcseppei lényegesen lassabban gőzölögnek el.

A párolgás és gőzképződés csak magas hőmérsékletű helyeken jön létre és itt, akár 1750-szeresére növelve a víz térfogatát, ezáltal a tűz fészkenél szorítja ki az oxigént. Az égés során kialakuló gázcsere segíti a vízköd tűzbe való behatolását. Az égés megszűnéséhez az oxigén koncentrációt 16 % alá kell csökkenteni, légköri nyomáson. Ez hasonló az inert oltógázok, mint a nitrogén vagy az argon inertizáló hatásához [3].

A vízköd segítségével köd-, majd gőzfelhőbe burkolható az égő anyag. Így akadályozható meg az oxigénnek a tűzfészekbe jutása. Ez az oltóhatás vízköd felhasználásánál fokozottabban jelentkezik, mint a hagyományos vízzel oltásnál.

A vízköd inhibíciós oltóhatása

A nagynyomáson történő porlasztás hatására a vízmolekulákról ionok válnak le. A keletkező negatív és pozitív töltésű ionok rekombinálódnak¹ az égésben résztvevő ionokkal és szabad

¹ Rekombináció: Az ellentétes töltésű részecskék egyesülése semleges képződménnyé. Bakos Ferenc: Idegen Szavak és Kifejezések Szótára ISBN 963 05 3841 5, Akadémiai Kiadó Budapest 1984, 722.p.

gyökökkel. Ezek a rekombinációk megszakítják az égés láncreakcióját. Ebben az esetben homogén inhibícióról beszélünk.

Az új kutatások és gyakorlati kísérletek során megfigyelték, hogy vízköddel oltáskor heterogén inhibíciós oltóhatás is létrejön. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy az égési zónába kerülő vízködcseppek elemi falként funkcionálnak, ami egyszerűen megállítja az égési reakciólánc továbbhaladását és a tűz kialszik. Az inhibíciós oltóhatás a porlasztás függvényében érvényesül.

A vízköd ütőhatása

Robbanómotoros mobil vízköddel oltó berendezések univerzális sugárcsőve, illetve oltólánczsája alkalmas kötött vízködsugár előállítására. A nagy erővel érkező víz az égő anyagról leszakítja a lángokat, és ez által megbontja az égő felületet, a tűzfészket. A kötött sugár vízköd esetében is szakadásmentes, viszonylag kis átmérőjű és nagy sebességű, melyet nagy ütőerő és közepes hatótávolság jellemez. Kötött sugarú vízköd adagolásnál a víz kisebb hatással halad át a lángzónán, de kisebb tűzfészkek megbontására alkalmas. Komplex oltóhatása nem tud teljes mértékben érvényesülni, mert a tűzzel érintkező vízfelület kicsi és a kontaktidő túl rövid.

Vízködök tűzoltási alkalmazásának lehetőségei

A vízködöt alapvetően minden olyan éghető anyag tüzeinek oltására fel lehet használni, ahol a vízzel oltás megengedett, azonban a fagyásveszélyt téli üzemeltetés során szem előtt kell tartani.

Kísérletek bizonyították, hogy a megfelelő nagynyomású vízköd alkalmazása elektromos feszültség alatti berendezések tüzeinek oltására is lehetséges. A halon kiváltójaként a villamos kapcsoló-és vezérlőterekben, digitális szerverterekben és telefonközpontokban is létesültek beépített vízköddel oltók [4].

A vízköd tűzoltásra történő felhasználásának egyik hátránya, hogy vannak olyan anyagok, amelyek a vízzel kémiai reakcióba lépnek és ennek következményeként robbanást is előidézhetnek. Ebbe a csoportba tartozik néhány alkáli fém és alkáli földfém, nátrium, kálium stb., valamint ezek karbidjai és hidridjei is.

A vízköd alkalmazásának másik veszélyes jellemzője, hogy nagy hőmérsékleten, például fémek tüzeinek oltása során termikus disszociációra hajlamos. A magas hőmérséklet a vizet alkotórészeire, hidrogénre és oxigénre bontja, ezáltal durranógáz, $H_2 + O_2$ képződik, amely robbanásszerűen ismét vízzé egyesül. Természetesen ez a reakció beépített vízköddel oltók alkalmazása esetén nem jöhet létre, ugyanis ilyen környezetben a berendezések nem telepíthetők. Mobil vízköddel oltó eszközöket fémek tüzeinek oltására alkalmazni tilos.

A víz nagy felületi feszültsége alapvetően nem előnyös a tűzoltásra való alkalmazás szempontjából. Ez a probléma vízköd alkalmazása esetén is jelentkezik, de kisebb mértékben, mint a hagyományos felhasználásnál. Vízköddel oltás során, adott vízmennyiségből eleve nagyobb vízfelületet lehet előállítani, ezáltal a felületi feszültség is kisebb mértékben tapasztalható.

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 folyadékfelszín 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 vízcseppek gömb formájúra igyekeznek összehúzódní, ezért az égő anyaggal csak kis felületen érintkeznek, a felületét nem nedvesítik kellően. A felületi feszültséget különféle adalékanyagok, nedvesítő szerek hozzáadásával lehet csökkenteni. 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.

A következő táblázatban a hagyományos vízsugarak, a vízköd, illetve különféle oltóanyagok felhasználási lehetőségeit mutatom be.

Oltóanyagok	A	B	C	D	E *	Megjegyzés	Sokoldalúság
Víz kötőtsugár	+3	-2	0	-2	-2	Vízkárok	1
Víz szórtsugár	+2	+1/0	+1/0	-1	-1	Kisebb vízkár	1
Vízköd	+2/+1	+2/+1	+2/+1	+1	+1	Nincs vízkár	4
Tűzoltó hab	+2	+3	0	-1	-2	Környezeti károk	2

Lángoltó por	+1/0	+2	+3	0/-1	+1	Elszennyeződés, pánik a porfelhőtől	2
Parázsoltó por	+2	+2	+3	+1	-1	Elszennyeződés, pánik a porfelhőtől	3
Fémoltópor	0	0	0	+2	0	Elszennyeződés	1
Szén-dioxid oltógáz	0	0	+3	0	+3	Fulladásveszély	2
Szén-dioxid hó	0	+2	+1	0	+3	Hidegsokk	2
halonok	+1	+2	+2	-2	+3	Ózonkárosítás	3

Jelmagyarázat:

- *Elektromos feszültség jelenlétében,
- +3 nagyon jó oltóhatás,
- +2 jó oltóhatás,
- +1 csak feltételesen alkalmas,
- 0 nem alkalmas,
- -1 a felhasználás meggondolandó,
- -2 a felhasználás veszélyes,

2. sz. táblázat: Oltóanyagok és felhasználási lehetőségeik (Forrás: Védelem, 1997/6. szám, 6.p. és a szerző saját kiegészítése)

A táblázatban található adatok összehasonlítása után kitűnik, hogy tűzoltási célokra a vízköd sokoldalúan felhasználható, ugyanakkor környezetbarát oltóanyag.

Meg kell jegyezni, hogy elektromos feszültség jelenlétében történő tűzoltásra csak a beépített vízköddel oltó rendszerek alkalmazhatók a vonatkozó előírások mindenkor betartása mellett.

Összegzés

Vízköd előállítása, a vízköddel oltó berendezések alkalmazása új megoldást kínálnak a tűzvédelemben, a gázzal oltó és sprinkler rendszerek pozitív tulajdonságait összesítve.

A leírtakból következik, hogy a vízköd-aeroszol oltás eredményessége a vízcseppek felosztásának fokozásával, a cseppek kinetikai energiájának növelésével, az égő anyag felületén kihasznált hűtőhatás mellett, a lángzónába kerülő vízcseppek hirtelen elgőzölgésével, a tűz közelében redukálódik az oxigén koncentráció. Ezzel párhuzamosan a homogén/heterogén inhibíció következtében az égési folyamatban a láncreakció megszakadása figyelhető meg. A környezetbarát, gyors, hatékony, vízkármentes, káros

élettani hatás nélküli oltás rendkívüli előnyeivel rendelkező vízköddel oltó berendezések előtti óriási jövő áll.

Felhasznált Irodalom

1. Nagy Gyula: Vízköddel oltó berendezések, Védelem, ISSN 1218-2958, 2000/1. sz.
2. Kuti Rajmund: Vízköddel oltó berendezések speciális felhasználási lehetőségei és hatékonyságuk vizsgálata a tűzoltás és kárfelszámolás területén, Doktori (PhD) értekezés, ZMNE KMDI, 2009
3. The smarter way of fire fighting, FOGTEC Brandschutz GmbH. Köln, 2006
4. Nádor András: Vízködös oltórendszerek - nem árt ismerni, mit miért választunk, Védelem Online, Tanulmányok, tan. 51. 2008