

SUFNILABOR



Kóczán György

A sötét február szellemében: gyilkos teamécses és a világvége

A legtöbb szakma művelője hajlamos a munkavédelmet fölösleges adminisztratív kukacskodásnak, a munka akadályozásának tekinteni. A vegyész viszont tudja, hogy a túlélés zálogát jelenti a szabályok betartása, és nem idegen számára a veszélyes helyzetek kezelése, mivel sok munkavédelmi kérdés valójában kémiai probléma.

A téli szezon számos veszélyes helyzetet hordoz, melyek kémiai szempontból tanulságosak a zugvegyész számára. Erre látunk most két érdekes példát.

A karácsony a katasztrófák melegágya – nemcsak a pontyok számára. Rengeteg bénázás a karácsonyfával, csillagszórótűzek, ételmérgezések színesítik a katasztrófavédelem és a Darwin-díj bizottság munkáját. Egyik ismerősöm egy érdekes haváriát generált, aminek könnyen csúnya vége lehetett volna. Egy olyan mécsesstartóban égetett teamécseket, ahol azok ferdén egymás fölött helyezkednek el. A szemrevaló szerkezetet sok éve használja, és első blikkre teljesen biztonságosnak tűnt. Karácsony este aztán a legfelső mécses egyszer csak hatalmas, forró, 20 centis lánggal kezdett égni, hangosan sercegve. Szerencsére a láng semmit nem gyújtott fel, időben észre is vették, és – ismét hatalmas szerencse – a tűzvésszel fenyegető helyzet kezelése során az érintett nem veszítette el higgadságát. Magas szintű természettudományos képzés során nyert ismereteinek hála, ismerősöm a veszedelem megfékezésére a megfelelő oltási technológiát (égheetlen anyaggal való letakarás) használta, nem a gyakorlatban sokkal inkább elterjedt, pánikszülte „leöntjük vízzel” eljárást, mely alighanem robbanással, és pusztító lakástűzzel ért volna

véget. Hogyan fordulhat elő, hogy a teamécses, mely üzemszerűen csak kb. 2 centiméteres lánggal, csendesen pislákol a bölcsészszobák mélyén, egyszer csak önmagából kifordult, őrjöngő, tűzokádó, pusztító veszélyforrássá válik?

A jelenségre a korábbi, színes lángos kísérletek kapcsán meg tudjuk adni a választ. Miből készül a teamécses? Szilárd paraffinból. Ennek az anyagnak 40 °C körül van az olvadáspontja, és 370-400 °C-on forr.¹ A mécses működése során a láng által termelt hő a paraffint megolvasztja, a folyadékot a kanóc felszívja, a lángban felforrósodó kanócról a paraffin elpárolog, a gőz a levegővel elkeveredve végül elég, a keletkező hő pedig újabb paraffint olvaszt meg. Így áll össze a „körfolyamat”. Ha a kanóc túl vékony, akkor a láng nem termel elég hőt ahhoz, hogy elég paraffin megolvadjon, és a gyertya idővel kialszik. Ha a kanóc túl vastag, akkor a termelődő hő a paraffint túl hamar megolvasztja, ha gyertyánk van, az elfolyik.² Persze mécses esetén ez még nem volna gond,³ az olvadt paraffint az alumíniumcsésze egyben tartja, csakhogy a túl sok hő hatására az olvadt paraffin előbb-utóbb eléri a forráspontját, gőzei a levegővel éghető elegyet alkotnak, meggyulladnak, és akkor már nemcsak a kanóc végén lesz egy kis láng,

¹ Mivel hosszú láncú szénhidrogének keverékéről van szó, sem az olvadáspont, sem a forráspont nem konkrét érték, és különböző termékek között akár jelentős eltérés is lehet.

² Hajlamosak vagyunk a régi korok eszközeit egyszerű dolgoknak gondolni. Mint látjuk, gyertyát készíteni nem is olyan könnyű: a kanóc méretének/anyagának, a gyertya átmérőjének és a paraffin (régebben faggyú, vagy méhviasz) tulajdonságainak tökéletes szinkronban kell lenniük. A gyertyakészítők számos kísérlettel „lőtték be” a megfelelő méreteket, és a táblázataikat gondosan titkolták a konkurencia előtt.

³ A mécsesek műszakilag sokkal egyszerűbb dolgok, mint a gyertya, nem véletlen, hogy a szegények korábban ezt, és nem a drága gyertyákat használták. A mécsesnél nem szükséges a komponensek méretének gondos finomhangolása: ha a kanóc elég vastag ahhoz, hogy elegendő viasz/faggyú megolvadjon, de nem annyira vastag, hogy egyben fel is forrjon, akkor a fényforrás működni fog. Mécseseket az ókortól kezdődően biztos, hogy használtak, természetesen nem ezt az alumínium-pohárkás megoldást, hanem egy cserépből készült, papucs alakú edényt, aminek elkeskenyedő végébe fektették be a kanócot (szövetdarabot, spárgát, vagy akár egy faforgácsot), öblös részébe töltötték az éghető anyagot, akár folyadék formában (olaj).

hanem a mécses teljes keresztmetszetében égni fog a paraffin. Az így még több hőt termel, a forrás egyre hevesebb lesz, több gőz képződik, az égés is hevesebb lesz. Láttuk ezt korábban a színes lángos kísérletben is: ahhoz, hogy a fémsók elpárologjanak (és így színes lángot kapjunk) szükség volt a kanócra a megfelelő hőmérséklet elérésére. Az alkohol viszont egyből teljes terjedelmében lángra kapott, hisz forráspontja alacsony, és már szobahőmérsékleten is jelentős mértékben párolog.

Miért nem volt veszélyes az alkohol lángja, amikor teljes keresztmetszetben, és nemcsak a kanóc hegyén égett, és miért veszélyes ugyanez a paraffin esetén? Elsősorban azért, mert a mécses esetén nem számítunk erre, az alkohol esetén meg igen. A másik fontos dolog a két anyag égéshőjének különbségében van. A paraffin lángja sokkal forróbb (így nagyobb a gyújtóhatása, ezért veszélyesebb), hisz az alkohol már részben oxidált szerves vegyület, kevesebb hő képződik az égése, oxidációja során.

Megfejtettük, hogy a mécses „bebrutalizálódásának” oka a túlmelegedés. Vajon mi okozhatta ezt a példabeli esetben? A mécsesstartón a mécsesek esztétikusan (és mint látjuk, életveszélyesen) ferdén egymás fölött voltak. Ha áll a levegő, akkor ez az elrendezés nem okoz gondot, hisz az egyes mécsesek megtermelt hője felfelé száll, és elkerüli a szomszéd mécsesét. Szerencsétlenségünkre⁴ a példabeli mécsesstartó egy olyan helyre került, ahol a huzat éppen annyira térítette ki a lángokat (és a felszálló forró levegőt), hogy azok sorban az éppen felettük lévő mécseset melegítették. Így alulról a második mécses már egy kicsit melegebb volt, így nagyobb lánggal égett, több hőt termelt, és ezzel melegítette a harmadik mécseset, ami így még melegebb lett, végül a legfelső mécses paraffintartalma felforrrt, és kis híján porig égette a XIV. kerületet. Szép többlépcsős láncreakciót láthattunk. Az eset jól mutatja, hogy a mécsesstartók tervezési folyamatában az álmodozó művészek mellett nem árt, ha egy kémiaiban és pusztító tűzvésekben egyaránt jártas személy is részt vesz, és akkor nem gyártunk olyan eszközt, ahol a mécsesek egymás fölött találhatók.

⁴ És az olvasók szerencséjére, hisz ezt a cikket az élet szülte. A szerző sem gondolta volna, hogy a békés mécsesek ilyen veszélyesek lehetnek.

Egy sulfonvegyszer számára a megismerés útja nem lehet a valóság talajától elrugaszkodott elméleti eszme-futtatás. A kritikus tűzvédelmi eseményeket is a gyakorlatban, kísérletileg kell kipróbálni. Ez egy fontos elvi kérdés: a veszélyes dolgokat nem tiltjuk, hanem kontrollált, biztonságos körülmények között megismerjük, hogy a jövőben tudatosan el tudjuk kerülni, és a kialakult vészhelyzeteket professzionálisan tudjuk kezelni. Így tölti be a munkavédelem a szerepét, és válik a biztonság eszközévé, nem pedig bürokratikus kolonccá.

Vegyünk egy teamécsest. Égessük addig, amíg csak pár gramm paraffin marad benne. (A jelenség így is szépen látszani fog, de kevesebb égő anyag kisebb veszélyt jelent.) Keressünk egy minden éghető anyagtól távol eső helyet, természetesen a szabadban. Például egy föl hagyott kőbányát vagy kies sivatagot. A pirotechnikai kísérletek alapszabálya, hogy mielőtt bármit meggyújtunk, készítsünk elő egy eszközt, amivel majd eloltjuk. Az égő paraffint legegyszerűbb egy nagy konzervdobozzal letakarni vagy homokkal leszórni. Tehát ezek legyenek kéznél.

A mécseszt rakjuk vaslapra, gyűjtsuk meg, és melegítsük alulról, például egy gázlámpával. Pár perc alatt a mécses teljes keresztmetszetében begyullad (ekkor még a paraffin nem forr, csak gyorsan párolog). Ha ekkor elveszük a külső melegítést, a nagy láng megmarad, sőt, ahogy a paraffin melegszik, előbb-utóbb felforr, és még hevesebbé válik az égés. Eljött az ideje, hogy eloltsuk a tüzet: fedjük le a mécseszt a konzervdobozzal. (És ezt előre próbáljuk is el.) A konzervdobozos oltás során két nagy hibát lehet elkövetni. Az egyik, hogy a doboz vékony anyaga a láng fölött egy pillanat alatt átmelegszik, és még az oltás előtt megégetjük magunkat – tehát védőkesztyűben oltunk. A másik, hogy a sikeres oltás után pár másodperccel levesszük a dobozt, megnézni, hogy hogyan sikerült az akció, és ekkor, a konzervdoboz alatti paraffingőz a levegővel elkeveredve a még izzó kanóc hatására berobban, leégetve hajunkat, meg egyebeket. Tehát a takarás után percekig kell várni, hogy a doboz alatti dolgok kihűljenek, és a doboz biztonsággal eltávolítható legyen.

Figyelem! Cikkünk célja az, hogy bemutassuk, miként alakulnak ki, és milyen természettudományos jelenségek állnak a tűzvédelmi szabályok mögött. Ez a kísérlet egy gyakorlatban megtörtént

vészhelyzet modellezése. Az okos ember sokat tanul belőle, ezért hasznos lehet elvégezni. Fontos, hogy a kísérlet során a leírtaktól ne térjünk el, és megfontoltan, nyugodtan dolgozzunk. Mindenképpen csak minimális, pár gramm paraffint tartalmazó mécseset használjunk, semmiképpen ne növeljük a mennyiséget.

Régi szakácskönyvek mindig tartalmazták a figyelmeztetést, hogy ha a sütésre használt olaj a serpenyőben meggyullad, akkor azt nehogy víz segítségével próbáljuk eloltani⁵. Az önmagát terminátornak képzelő mécses esetén ugyanaz történik, mint a túlforrósodó olajnál. Mi történne, ha a bedurvult mécsesre vizet öntenénk?

Az égést nem szüntetné meg, hiszen nem tudja a paraffint elzárni a levegőtől. Mivel az olvadt paraffin könnyebb (sűrűsége kb. 0,8 g/cm³), a víz a mécses alá süllyed, a tetején az égés békésen folytatódik. Ne feledjük el, hogy a paraffin ekkor már nagyon forró, 370 °C körüli a hőmérséklete. A belekerülő víz így azonnal felforr, térfogata hatalmasra nő, a kitáguló gőzvihar szétszpricceli az eleve forró, olvadt paraffint, ami ilyen finom permet formájában egyből meggyullad, azaz a mécses teljes anyagmennyisége egyetlen pillanat alatt ég el: az eredményt a pirotechnikai szaknyelv „tűzgömbnek” nevezi. Egyetlen kis mécses is több méteres sugárban tudja szép egyenletesen szétszórni az égő paraffint, és ezzel hihetetlen hatékonysággal lehet akár egy fél szobát egyszerre lángba borítani.

Magas forráspontú folyadék oltására ezért soha nem szabad vizet használni!

A „tűzgömb” valószínűleg minden kolléga fantáziáját megmozgatta, és már tervezi az előző kísérlet kiegészítését egy kis vizes huncutkodással. Ne tegyék! Vannak dolgok, amit az okos ember csak messziről, nagyon messziről szeret nézni. A tűzgömb, atomrobbanás, őrzőngő filozófus ilyen dolog. Megfelelő robottechnika nélkül a belobbant mécsesbe nem tudunk házi körülmények között úgy vizet juttatni, hogy azzal ne veszélyeztessük önmagunkat. Azzal, hogy ezt a kísérletet nem végezzük el, egy másik fontos munkavédelmi szabályt demonstrálunk: tanulunk abból, amire más nagyon ráfaragott, és nem követjük újra el ugyanazt a hibát.

⁵ Használjunk egy fedőt.

A mécesest általában sokkal biztonságosabb dolognak tartják, mint a gyertyát. Most a lelke mélyére néztünk, és megismerkedtünk egy szuperképességével, ami miatt soha többé nem bízunk már meg egyetlen mécesben sem. A karácsonyúj meghitt hangulata már sosem lesz a régi...

Hagyjuk is magunk mögött a várost a gyilkos mécesekkel, és nézzük meg, hogy a sulfidvegyészt követi-e a veszély a természet háborítatlan világába is? Természetesen követi. Egy jó vegyész bárhol tud életveszélyes dolgokat művelni.

Téli kirándulásaink során érdemes felkeresnünk befagyott tavakat, mocsarakat. Természetesen a jégre lépés során legyünk tisztában a helyzet veszélyeivel és a szabályokkal. A legfontosabb, hogy sose menjünk egyedül, és ne csoportosuljunk egy helyre.

A jégkéreg alatt gyakran látunk buborékokat. Mi alkotja ezeket? Levegő aligha, hisz egyrészt ahogy a tó hűl, úgy a gázok oldhatósága növekszik, másrészt a befagyott tóban oxigénhiányos állapot lép fel, így nem valószínű, hogy levegő szabaduljon fel a vízből. A CO₂ vízben jól oldódik, így ilyen buborék megjelenése sem valószínű. Ezek a buborékok bizony leginkább metánból állnak, ami a tóban felhalmozódó szerves anyag, az iszap anaerob lebomlásának terméke. És itt csillan fel a vegyész szemé! Kirándulásainkra vigyünk magunkkal egy kis vésőt (vagy nagy szeget) és kalapácsot. A buborék felett készítsünk egy lyukat a jégbe (ésszel, hisz mi is a jégen állunk ugyebár), és ha elértük a buborékot, akkor tartsunk a lékhez egy öngyújtót: kis lángocska keletkezik, ami – ha elég nagy a buborék – akár percekig éghet. Természetesen a kísérletet csak szélcsendes időben, a száraz nádastól biztonságos távolságban végezzük el.

Sarkvidéki területeken a hosszú telek alatt hatalmas, több köbméteres metánbuborékok is ki tudnak alakulni, amik begyűjtve méteres lángoszlopot adhatnak (az interneten sok videó található róla). Ha utazásaink során ilyen helyre vetődnénk, akkor mielőtt egy gigabuborékot begyűjtanánk, mindig vegyünk a gázból egy kis mintát, és külön gyűjtsuk meg: ha szép csendesen elég, akkor metánnal van dolgunk, de ha éles pukkanó hangot hallunk, akkor metán és levegő keverékéről van szó. Ha ilyen buborékunk van, akkor az égés visszacsap a jég alá, ahol a gázkeverék berobban, és így egyszerre négyféle halálnemet halhat (robbanás, égés, fulladás, kihűlés) a balga

kísérletező. A gyújtás előtti próbát természetesen a sulfidvegyész jól ismeri: ez a durranógázpróba, amit a laborban fejlesztett mindenféle éghető gáz esetén elvégzünk a meggyújtás előtt. Ezt a fontos biztonsági szabályt Alaszkában járva se felejtjük el.

Saját békés erdeinkben is látjuk, hogy bizony komoly mennyiségű metán van elzárva a fagyott tavakban. A sarkvidék örökké fagyott területein az évmilliók alatt hatalmas mennyiségek gyűltek össze. A felmelegedés hatására ezek az elzárt metánkészletek felszabadulnak, és a légkörbe jutva tovább növelik az üvegházhatást, ami további metán kibocsátását eredményezi. Ez a pozitív visszacsatolás a permafroszt olvadásának az egyik igen komoly kockázata. Azzal, ha pár buborékot elégetünk, valójában nemcsak jól szórakozunk, de környezetvédelmi missziót is teljesítünk.

A sulfidvegyész e speciális epizódját alighanem a tél végi depresszió inspirálta. A karácsonyi lidércnyomás és a világ pusztulását elhozó sarkvidéki metán emlékeztessen mindenkit arra, hogy a vegyészeknek mennyire fontos, hogy minden élethelyzetben a biztonságra, a vészhelyzetek elhárítására fókuszáljanak. Balesetek mindig előfordulnak, de körültekintő munka esetén a károkat könnyű minimalizálni. A legfontosabb, hogy minden esetből tanuljunk, és vonjuk le a következtetéseket.