

Pimper László

Tűzveszélyes-folyadék tároló tartályok és jellemző tűztípusaik

Az elmúlt években több olyan tartálytűz-esemény történt a világban, melyek kialakulásának körülményei, következményei, vagy elhúzódó felszámolása rávilágított a téma áttekintésének szükségességére. A következőkben röviden áttekintjük az éghető folyadékot tároló tartályok típusait, és tüzeseteik általános jellemzőit.

A tárolótartályok típusai

Az atmoszférikus szénhidrogén-tároló tartályok többféle jellemző alapján csoportosíthatók. Tűztípusaikat vizsgálva megállapítható, hogy a tartályok kialakítása a fő meghatározó körülmény.

Alakjuk szerint megkülönböztetünk gömbtartályokat, álló- és fekvőhengeres tartályokat. A gömbtartályokat általában gázok, valamint illékony cseppfolyós szénhidrogének tárolására használják, általában kisebb tároló-térfogattal. A fekvőhengeres tartályok jellemzően szintén kisebb tároló-térfogatúak, mint az állóhengeres tárolótartályok. A legszélesebb tárolótérfogat-tartományban kétségtelenül az állóhengeres tartályokkal találkozunk; a néhányezer literestől a 100.000 köbmétert meghaladó térfogatúak is használatban vannak. A kisebb tartályok gyakran technológiai szerepet látnak el, tűztípusaikat vizsgálva inkább tekinthetők technológiai-, mint tároló berendezésnek.

Elhelyezkedésük alapján a tartályok földfeletti, földalatti, földtakarás alatti vagy részben földalatti kialakításúak. A földalatti elhelyezkedés elsősorban a kisebb tároló térfogatú, fekvőhengeres tartályokra jellemző, például katonai készlettárolás esetén fordul elő. A tartálytűzeket említve általában nagyméretű, atmoszférikus, állóhengeres, földfeletti tárolótartályok tüzeseteire gondolunk, de az alapelvek és módszerek gyakran egyéb tűzveszélyes-folyadék tüzek oltására is átültethetőek.

[A legnagyobb tartálytűz-katasztrófa](#)

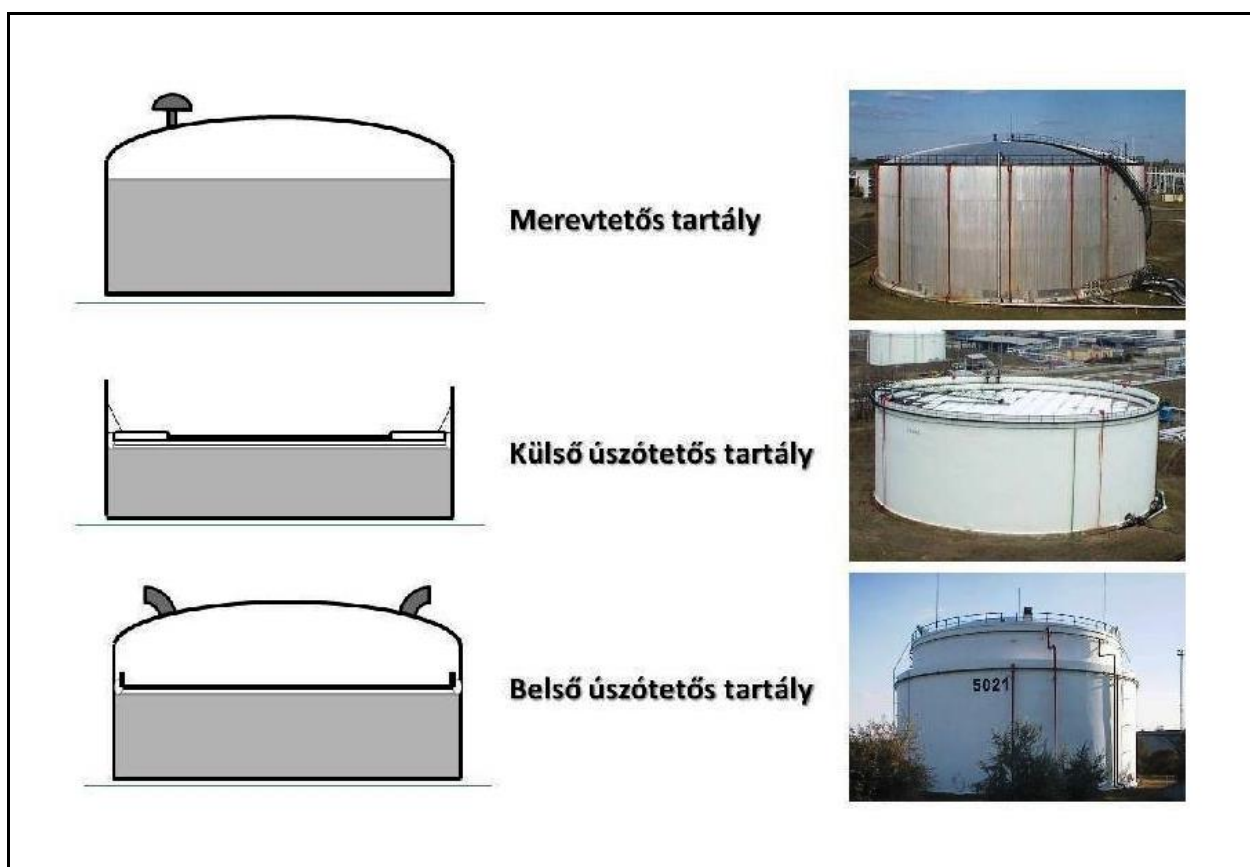
[A világban eddig bekövetkezett legnagyobb tartálytűz-katasztrófa Londontól északnyugatra, a Buncefield-i olajtároló telepen történt 2006. december 11-én. A kezdeti robbanásokat követő, több mint húsz tartályra kiterjedő tüzeset a modernkori történelem egyik legnagyobb ipari katasztrófája volt.](#)

Állóhengeres atmoszférikus acéltartályok

A továbbiakban elsősorban a folyékony szénhidrogének nagymennyiségű tárolására szolgáló, állóhengeres, atmoszférikus acél tartályok jellemzőit tekintem át. Ezeket az edényzeteket

tetőszerkezetük szerint célszerű csoportosítani, melynek megfelelően három fő típusuk fordul elő:

- **Merevtetős tartály:** a tartálypalásthoz mereven hozzáerősített, általában megközelítőleg sík vagy kupola formájú tetővel fedett tartály;
- **Úszótetős tartály:** közvetlenül a tárolt folyadékon úszó, annak felszínét lefedő tetejű, merevtető nélküli tartály;
- **Belső úszótetős tartály:** merevtetővel és a tárolt folyadék felületén közvetlenül úszó belső úszótetővel is rendelkező tartály.



Tartálytípusok

Névleges tartályúrtartalo m (m ³)	Tartály				Védőgödör felülete tartály nélkül (m ²)
	Átmérő (m)	Felület (m ²)	Kerület (m)	Magasság (m)	
2000	16	201	51	10	671

5000	22	380	70	13	1505
10000	30,5	779	96	13	2585
20000	40	1256	126	16	6175
20000 (orosz)	45,6	1633	143	12	4569
30000	50	1963	157	16	7565

1. táblázat: A merevtetős tartályok hazánkban jellemző méretei

A merevtetős tartályokat általában olyan „fekete/sötét-”, nehézttermékek tárolására használják, mint a fűtőolaj, a vákuum desztillátum, vagy a bitumen. A könnyebb, illékonyabb anyagok tárolására a nyitott, és belső úszótetős tartálytípus szolgál.

Névleges tartály űrtartalo m (m ³)	Tartály				Körgyű rű felülete (m ²)	Gödör felülete tartály nélkül (m ²)	Köztité r felülete (m ²)
	Átmérő (m)	Felület (m ²)	Kerület (m)	Magass ág (m)			
5000	22	380	70	13	96	1505	-
10000	32	804	100	16	143	2930	-
20000	42	1385	132	16	190	4715	-
40000	58	2641	182	16	265	7968	-
60000	72	4070	226	16	331	7706	5336
80000	70,5	3902	221	22,2	325	573	-

2. táblázat: A nyitott úszótetős tartályok hazánkban jellemző méretei

Tartályok jellemző tüztípusai

A folyékony szénhidrogének nagymennyiségű tárolására szolgáló állóhengeres, atmoszférikus acéltartályokat érintő tüzeset-típusokat vizsgálva megállapítható, hogy a legfontosabb és a beavatkozás lehetőségére is meghatározó tényező a tárolóedény (tetőszerkezetének) és a felfogótér kialakítása.

A tartálytüzek előfordulási gyakoriságát - általánosságban vizsgálva a LastFire projekt statisztikai adatai alapján - a tüzesetek száma és a tartályév hányadosaként mutatom be [1]. A projekt a 10 méternél nagyobb átmérőjű, atmoszférikus tárolótartályoknál bekövetkezett eseteket vizsgálja.

Megállapításuk szerint a tartálytüzek átlagos valószínűsége $3,84 \times 10^{-4}$. Ezen átlagos értéket meghaladó gyakorisággal, $6,51 \times 10^{-4}$ értékkel következnek be tüzesetek nyitott úszótetős tartályokon, amely a tartálytüzek által leggyakrabban érintett tartálytípus. E gyakoriság-adatot értékelve figyelemmel kell lennünk azonban arra a tényre is, hogy a – nagy tartályátmérők merevítettével történő lefedésének nehézségei miatt – nyitott úszótetős tartályokkal a legnagyobb tárolótérfogatú tartályokat létesítik. Ezt támasztja alá egy másik forrás [2], mely szerint a 40 méternél nagyobb tartályok esetében az általános tartálytűz gyakoriság $1,5 - 1,6 \times 10^{-3}$ tűz/tartályév.

A merevített ($2,28 \times 10^{-4}$) és belső úszótetős tartályok ($1,46 \times 10^{-4}$) esetében a tüzeset gyakoriság kisebb. [1]

	Anyagkijutás			Kezdeti tűztípus				
	Tetőre	Tető megsüllyedés	Felfogótérbe	Körgyűrűtűz	Tűz felfogótérben		Felületi tűz a tetőn	Teljes felületű tartálytűz
					Kisebb (keverő, szerelvény, karima, stb.)	Kiterjedt (nagyobb anyagkifolyás)		
Gyakoriság ($\times 10^{-5}$ /tartályév)	160	110	280	160	9	6	3	3

A tartályból kijutás és a tűztípusok gyakorisága

A táblázat a LastFire projektben résztvevő vállalatok 2006-ig terjedő időszakra vonatkozó adatai alapján mutatja be a tárolt anyag tartályból történő kijutásának, és a kezdeti tűztípusoknak a gyakoriságát [3].

A tartályokra kiterjedő tüzek oltásának módszerét alapvetően határozza meg a lángolás térbeli alakja, melynek három típusát érdemes megkülönböztetnünk:

- Pontszerű tüzek,
- Vonalszerű tüzek,
- Felületi tüzek.

Térbeli kiterjedés	Tűztípusok		
	Nyitott, úszótetős tartályok	Belső úszótetős tartályok	Merevített tartályok
Pontszerű tüzek	Kaverna robbanástűz	Szellőző tűz	

	-	„Halszajak” tüze	
Vonalszerű tüzek	Tömítőrés (körgyűrű) tűz		-
Felületi tüzek	Felületi tűz az úszótetőn	Felületi tűz az úszótetőn	-
	Részleges tartálytűz		
	Teljes felületű tartálytűz		
	Takart felületű tűz		

A tartálytüzek legjellemzőbb típusai a lángolás kiterjedése szerint csoportosítva [4].

Az éghető folyadékot tároló tartályok és felfogótárai tüzeinek oltása alapvetően a habbal oltás, de a tartály-tűzoltás területén sem kizárólagosan habbal történhet a beavatkozás. Bizonyos beavatkozási feladatok esetén sor kerülhet további oltóanyagok önálló bevetésére, vagy a kombinált oltás alkalmazására. Míg pontszerű tüzek esetében gyakran a legelőnyösebb választás az oltópor, vagy porlasztott vízszugár bevetése, addig ezek a módszerek vonalszerű, vagy felületi tüzeknél csak kisebb tűzfelület esetén biztosítanak a habbal oltásnál jobb, vagy vele egyenértékű eredményt. A kombinált oltás jelentőségére szemléletes példa a tartálytüzek során is előforduló áramló folyadékok tűzoltása (pl. kiszakadt keverőmotor tüze). A térbeli tűzként jellemezhető lángolás elfojtása általában csak oltópor – rendszerint oltóhabbal együttes – bevetésével biztosítható megfelelően.

LastFire projekt

A terület átfogó vizsgálatára, elemzésére és a nemzetközi tapasztalatcsere lehetőségének biztosítására jött létre a LastFire (Large Atmospheric Storage Tank Fire) projekt. A 1997 júniusa óta működő szervezetben a világ legnagyobb olajipari vállalatai a tartályüzemeltetési, a biztonsági és a tartálytűz-oltási területen működnek együtt. Jelenleg 16 nagy olajipari vállalat dolgozik együtt a fejlesztéseken, teszi közzé tapasztalatait, eredményeit. A MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. 2003-tól tagja a szervezetnek, aktív részvételével hozzájárul a kutatásokhoz. A cégcsoport 3 fővel képviselteti magát a projekt irányítótestületeiben és az évente két alkalommal megrendezésre kerülő tanácskozásokon.

Merevtetős tartályok jellemző tüztípusai

Merevtetős tartályok tüztípusait csoportosítva felületi és pontszerű (lokális) lángolásokról beszélhetünk.

Ennek megfelelően a **felületi tűz** lehet:

- Teljes felületű tartálytűz;
- Takart felületű tartálytűz;
- Osztott felületű tűz;
- Részleges felületű tartálytűz;

Míg a **pontszerű tüzek** típusai a

- Szellőzők tüzei és a
- „Halszájak” tüzei;

A felületi tűz lehetősége akkor adott, ha egy robbanás következtében megsérül, vagy leszakad a tető. Ha a tető részben vagy teljesen felhasad, kialakulhat a **teljes felületű tartálytűz**, és a beavatkozók feladata „csupán” a kész oltóhab tűzfelületre juttatása. A legkézenfekvőbb megoldásnak a beépített habfolyatók alkalmazása tűnik. E beépített berendezések és részegységek azonban rendkívül sérülékenyek, a detonáció gyakran – a tetővel együtt – a szerelvények sérülését és deformációját is okozza.

Takart felületű tartálytűzről akkor beszélhetünk, amikor a tárolt anyag a tartály valamely megsérült szerkezete – általában a tartálytető, a tartálypalást, vagy annak egy része - alatt, annak takarásában lángol. Ebben az esetben komoly kihívást jelent az oltóhab tűzfelületre juttatása, a teljes felület habtakarásának kialakítása, hiszen a hab belövését akadályozza a takaró hatású szerkezet.

Osztott felületű tűz esetében a sérült szerkezeti elem kettő, vagy több felületre tagolja a lángoló felszínt. Ebben az esetben a folyadékfelületet megosztó szerkezetroncs a habtakaró szétterjedését, így a teljes felület oltását akadályozza. A tűzoltás eredményessége több habbejutatási pont egyidejű alkalmazásával, a mobil eszközökkel képzett habsugár pozíciójának változtatásával biztosítható. A feladatot tovább nehezítheti, ha takart tűzfelület is kialakul.

A feladat **részleges felületű tartálytűz** kialakulása esetén egyszerűbb. Ebben az esetben a teljes felületű tartálytűznél kisebb tűzfelület - megosztás és takart felület nélkül - alakul ki. Elhúzódo beavatkozás esetén fel kell készülni a lángolás kiterjedésére és az esemény teljes felületű tartálytűzzé fejlődésére.

A teljes felületű tartálytűz esetében a lángtér által melegített palástszerkezet beépített hűtőberendezéssel és telepíthető eszközökkel általában jól hűthető, ezzel is megteremtve az eredményes tűzoltás lehetőségét. Megfelelő hűtés hiányában, illetőleg takart-, osztott-, vagy részleges felületű tartálytűz esetén nehézséget okoz a felhevült, hűtés nélküli acélszerkezetek visszagyújtó hatása és a „falhatás”. A falhatás következtében a felhevült acélszerkezetek mellett – és hatására – a nyílt felszínnél nehezebben eloltható tűzfelület (tűzgyűrű/sáv) marad vissza. A

magas hőmérsékletű fémfelület mellett a tűzveszélyes folyadék a forráspontja feletti hőmérsékleten – folyamatosan forrásban – van, gőznyomása meghaladja a környezeti nyomást, így az intenzív gőzképződés megakadályozza a habtakaró zárását, és folyamatosan táplálja a lángokat. A jelenség a teljes felület eredményes eloltását számottevően késleltetheti, megnöveli a teljes oltóanyagigényt. [2]

A merevtetés tartályok tetején légzőszerelvények – nyomás/vákuum (P/V) szellőzők – találhatóak, mely nyílások akkor nyitnak, amikor a tartály ürités vagy töltés alatt áll. A legtöbb, ilyen tartályon előforduló tüzeset **pontszerű tűz**, azon belül is a légzőszerelvény tüze.

Előfordul, hogy a belső gőztér-robbanás a túl erős szerkezeti kialakítás következtében „csupán” néhány kisebb nyílást szakít a tetőn. Ezeket a formájukból adódóan „**halszájaknak**” nevezik. A kialakult nyílások elhelyezkedésétől, méretétől, a tárolt folyadék jellemzőitől és a felszín elhelyezkedésétől függően – a szellőzők tüzeihez hasonlóan – többnyire a külső tűzoltás szükséges.

A szellőzők és a „halszájak” tüzei általában elolthatóak vízköd alkalmazásával, inertgáz tartályba juttatásával a levegő kiszorítása érdekében, vagy – a tűz és a tetőre vezető feljáró elhelyezkedésétől függően – oltópor alkalmazásával.

Nyitott úszótetés tartályok jellemző tűztípusai

A nyitott úszótetés tartályok esetében – a tűz elhelyezkedése és alakja szerint – vonalszerű (körgyűrű-tűz) és felületi tűztípusok is kialakulhatnak:

Körgyűrű-tűz

Az úszótető és a tartálypalást közötti tömítős-tűz.

Leggyakrabban ezt a tűztípust azonosítják az úszótetés tartályokkal, a források egy része még a lehetőségét sem említi más típusú események kialakulásának ennél a tartálytípusnál. A tömítés csökkent záróképesége esetén, ha gyújtóforrás jelentkezik, egy vagy több kisebb tűz keletkezhet a körgyűrű mentén, és akár a teljes kerületre kiterjedő körgyűrűtűz is kialakulhat. A lángok ebben az esetben nem olyan magasak, mint teljes felületű tartálytűz esetén, azonban eloltásuk a lángoló felülethez viszonyítva aránytalanul nehéz a falhatás miatt. Kialakulásának gyakoriságára nézve a $3,77 \times 10^{-4}$ tűz/tartályév [1] adat a leginkább elfogadott [1].

Erre a „vonali tűzoltásra” elsődlegesen a beépített habfolyatók biztosítanak lehetőséget. Hiányuk, vagy üzemképtelenségük esetén a beavatkozóknak fel kell hatolniuk a tartályra, hiszen a nagyobb bevetési távolságot és ezzel a biztonságot garantálni képes habágyúk a tömítős-tűz oltására nem, vagy csak korlátozott mértékben alkalmasak. E művelet lehetősége nagyban függ a feljárók és a körjárda kialakításától, elhelyezkedésétől.



Körgyűrű tűz



Körgyűrű-tűz oltása kézi habsugárral

Felületi tűz

A **felületi-tűz** kialakulásának leggyakoribb oka a műszaki meghibásodás (pl. az úszótető rekeszeinek lyukadása, robbanása, a tető megszorulása, túltöltés). Az erős esőzések során esetlegesen felgyülemlett esővíz is okozhatja a tető alámerülését, amennyiben a csapadékelvezető rendszer eldugul, vagy alulméretezett. Ezen okok következtében az úszótető részben, vagy teljesen elsüllyedhet, így megteremtve a tűzveszélyes folyadék - részleges, vagy teljes - felületi tüze kialakulásának a lehetőségét.



Lerobbant tartálytető

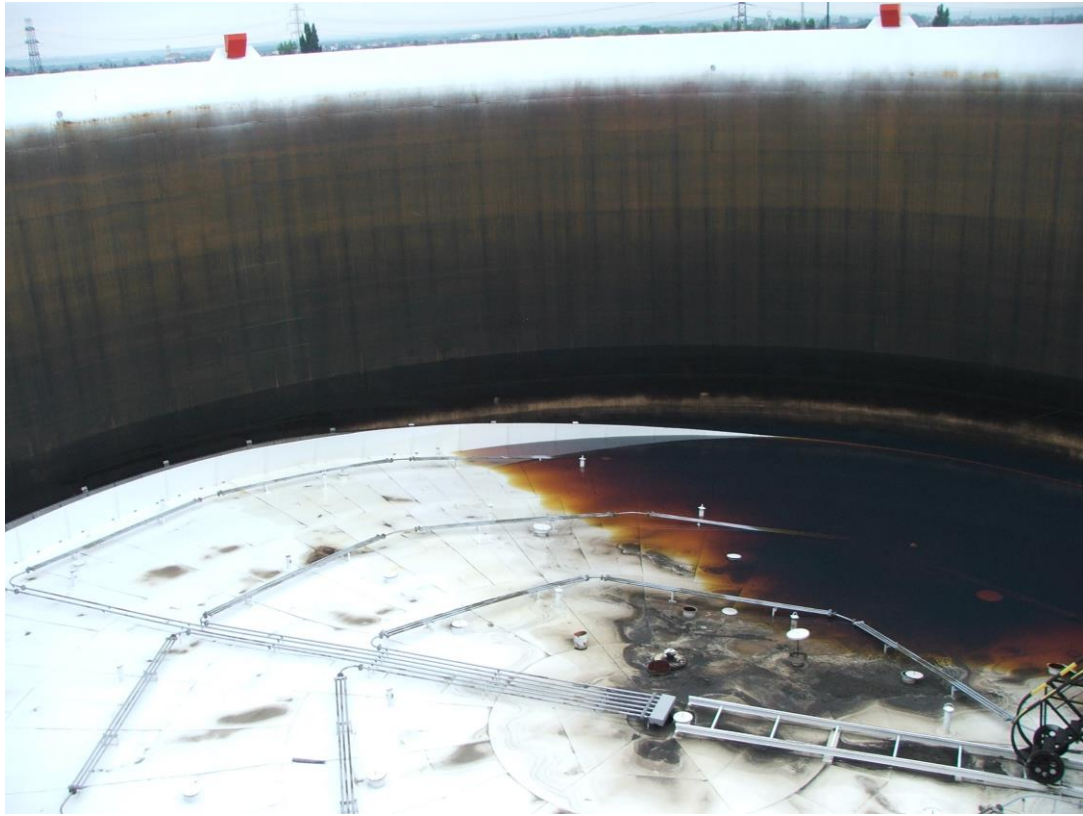
A felületi tűz fajtái

Felületi-tűz kialakulhat az úszótetőn, valamint a tárolt anyag szabad folyadékfelszínén.

- **Felületi-tűz az úszótetőn:** Az úszótető felszínén szennyeződés-szerűen jelenlévő éghető folyadék tüze. A tárolt folyadék felszínén lebegő úszótetőn tócsatűz is kialakulhat, amennyiben a tető felszínére valamely okból éghető folyadék került.

Ez olyan meghibásodások eredményeként következhet be, mint például úszótető lyukadás, úszótető sérülés, tűzveszélyes folyadékszennyeződés, valamint a tárolt anyag tetőre áramlása, ami a tető vízelvezetőn vagy sérült rekeszeken keresztül történhet.

■



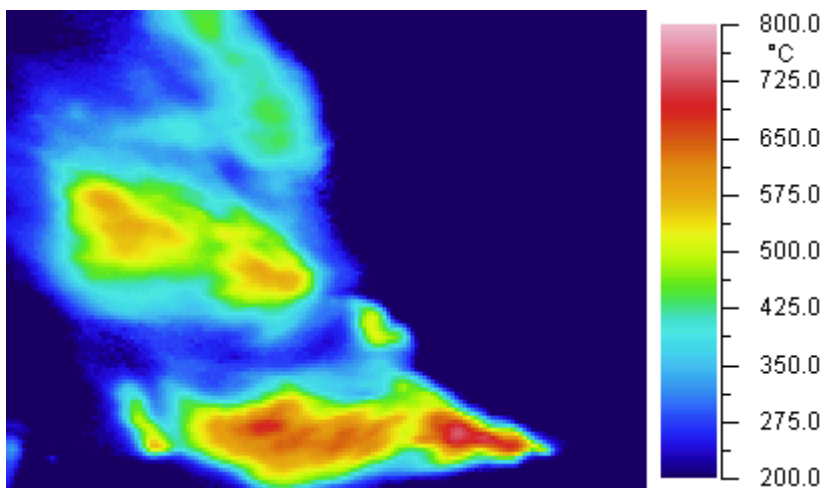
Részlegesen elsüllyedt úszótető

- **Tűzveszélyes folyadék felületi tüzek** esetén a tartályban tárolt anyag szabad folyadékfelszíne lángol. Típusait a tető és a lángoló felület elhelyezkedése alapján – a merevtetős tartályokhoz hasonlóan – csoportosíthatjuk.
 - **Részleges tartálytűz** akkor fordul elő, ha az úszótető valamely oldala megsüllyed, ami nyílt folyadékfelület kialakulásához vezet a tartályfelület egy részén. Elhúzódó beavatkozás esetén fel kell készülni a lángolás kiterjedésére (pl. az úszótető teljes elsüllyedése következtében) és az esemény teljes felületű tartálytűzzé fejlődésére. A lángolás közben az úszótető mozgása, a tető kamrák (kavernák) robbanása, vagy egyéb jelenségek további szerkezeti változást okozhatnak. Szélsőséges esetben akár a tartálypalást sérülése is bekövetkezhet, ami a lángoló folyadék felfogótérbe jutását és a tűz kiterjedését okozhatja. E veszély csökkentésére egyetlen lehetőségként az eredményes – a továbbterjedést megelőző - tűzoltás kínálkozik.
 - **Teljes felületű tartálytűz** általában az úszótető teljes elsüllyedése esetén fordul elő. A merevtetős tartályoknál említetthez hasonló beavatkozási feladat, azonban a beépített habfolyatók alkalmazása csak részben kínál megoldást. A nyitott úszótetős tartályok beépített habfolyató-teljesítményét rendszerint

körgyűrű-tűzre méretezik, így - még a sértetlen, üzemkész állapotú beépített rendszer bevetése esetén is - szükség van az oldatteljesítmény növelésére további eszközök alkalmazásával.



Teljes felületű tartálytűz



Teljes felületű tartálytűz lángterének hőképe



Tartálytűz oltása habágyúval

- **Takart tűzfelület** akkor jön létre, ha az úszótető valamely oldala megsüllyed, míg a tető átellenes oldala kiemelkedik a folyadékfelszínről. A megemelkedett tetőrész alatti nyílt folyadékfelületen a tető által takart tűzfelület alakul ki, melynek oltása – a habbejuttatás korlátozott lehetősége okán - különlegesen nehéz feladat.

Amennyiben az úszótető alsó pozícióban, a **támasztólábakon áll, gőztér** alakul ki a tető és a termék felszíne között. Ebben az esetben a körülmények hasonlóak a merevtetős tartályokhoz, és számolni kell a gáz/levegő keverék robbanásának veszélyével.

Belső úszótetős tartályok jellemző tűztípusai

A belső úszótetős tartályoknál a két együttesen alkalmazott tetőszerkezet előnyei mellett nehézséget jelent, hogy az üzemeltetés során az úszótető helyzete, állapota, felületének esetleges szennyeződése nem követhető figyelemmel. Az úszótető könnyített, vékonyabb kialakítása miatt könnyebben fordulhat elő szabad tűzveszélyes folyadék felszín az úszótető felületén, amit a vizuális ellenőrzés nehézségei okán nehezebb észlelni. A tárolt anyag magas hőmérséklete, a nyári kánikula, vagy az erős napsugárzás intenzív kipárolgást okozhat, ami a nagyméretű

szellőzőnyílásokon át kiáramolva robbanásveszélyes koncentrációt alakíthat ki a környezetben. E kibocsátó forrás megszüntetése összetett, elhúzódó és nagy odafigyelést igénylő feladat. Párolgáscsökkentő habtakaró alkalmazása esetén figyelemmel kell lenni az oltóhab sztatikus szikraképző képességére, ami technológiai meghibásodásból könnyen robbanást és tartálytűzet okozhat.

Ennél a tartálytípusnál pontszerű, vonalszerű és felületi tüzek egyaránt kialakulhatnak, leggyakrabban szellőző, körgyűrű, vagy felületi tűzként.

- A **körgyűrűtűz** a nyitott úszótetős tartályoknál leírtakhoz hasonló, azonban - a tartály kialakításának következtében - ebben az esetben a beépített habfolyatók alkalmazhatóak. E vonalszerű tűz a belső úszótetős tartályok esetében $7,28 \times 10^{-5}$ tűz/tartályév gyakorisággal következik be. [1]
- A **szellőzők tűzét** leginkább a merevtetős tartályokhoz hasonlóan kezelhetjük, lángolás környékére nagy odafigyeléssel irányított oltóanyag-sugarakkal. Veszélyt jelent, hogy a merev-tartálytetőn belüli tér oxigénben gazdag, így bekövetkezhet a láng visszaégése, illetve ennek a (tárolt) anyag-gőz-levegő keveréknek a robbanása. A felkészülést nehezíti, hogy ilyen tüzesetek vonatkozásában nem áll rendelkezésre kellő tapasztalat.
- A belső úszótetős tartályok esetében is kialakulhatnak nagyobb **tartálytűz-felületek**, azonban ehhez a merevtető sérülése, és a tárolt éghető folyadék úszótető fölé jutása szükséges. Adat hiányában nem ismert e tűztípus belső úszótetős tárolóedényeken történő bekövetkezésének a gyakorisága. A felületi-tűz a korábban - a merevtetős, illetve nyitott úszótetős tartályoknál - említettekhez hasonló beavatkozási feladat.

Összefoglalás

Anyagomban áttekintettem a nagyméretű, állóhengeres, atmoszférikus, tűzveszélyes-folyadék-tároló tartályok és lehetséges tűztípusainak legfontosabb összefüggéseit. A tárolótartályok tűzvédelme területén zajló kutatások és fejlesztések, valamint a viszonylagosan kisszámú valós események tapasztalatainak feldolgozása a szakterület változását hozza. A folyamatosan bővülő ismeretanyag nyomon követése különösen a beavatkozás területén elengedhetetlen, hiszen sikeres beavatkozás kizárólag a jól felkészült és gyakorlott szakemberek és a megfelelő eszközállomány összhangjával biztosítható. Míg a legtöbb tüzet univerzális felkészültségű szakemberek, általánosan használható eszközök alkalmazásával oltják el, addig tartálytűz esetén a tűzoltás nem lehet eredményes speciális eszközök, oltóanyagok és felkészültség hiányában. A kialakuló esemény jellemzői és a felszámolás módja leginkább a

tartály kialakításától függ, így a tárolóedények legfontosabb jellemzőinek ismerete a tűzoltásra történő felkészülés alappillére.

(A következő számokban foglalkozunk a tárolótartályok tűzoltásához kapcsolódó további kérdésekkel.)

Pimper László ügyvezető, tűzoltóparancsnok

FER Tűzoltóság és Szolgáltató Kft., Százhalombatta

Hivatkozások:

- [1] LastFire project update - Large Atmospheric Storage Tank Fire Project: Incident survey for 1984-2005 (Final 2006 edition), LastFire update project, UK, 2006. p.19.
- [2] Szőcs István: A falhatás befolyása az oltás hatékonyságára, Védelem folyóirat, 2002/3, pp.: 38-40
- [3] Risk Engineering Position Paper: Atmospheric Storage Tanks, Marsh Ltd., UK, February 2011. p.23.
- [4] Pimper László: Atmoszférikus szénhidrogén-tároló tartályok mobil tűzoltása, erő-eszköz tervezése, szakdolgozat, ZMNE, Budapest, 2009. p.95.