

Bónusz János

Hűtőház veszélyességének megítélése

Milyen veszélyek jelentkeznek egy hűtőházban, és hogyan számíthatók a veszélyek? Egy a nagy vásártelepen működő hűtőház veszélyességének megállapítását járjuk körül.

Milyen koncentrációra számíthatunk?

A hűtőház hűtőrendszerének gépészeti elemei részben az épületen belül, részben a szabadterben üzemelnek. A hűtőközeg ammónia (NH₃) gáz, a hűtőkapacitás: 1,08 G.cal/h -30 °C-on.

Vizsgáljuk meg, hogy a normál működés során kialakulhat-e az épületen belül vagy a szabadterben - az esetleg kijutó ammónia (továbbiakban: gáz) - levegő elegyből robbanásveszélyes koncentráció és milyen védelmi módozat tekinthető biztonságosnak.

Az építmény, amelyben a hűtőház üzemel, ca. 420 m² alapterületű, 2100 m³ légterű, 5 kisebb és egy nagyobb légterű helyiségből áll. Maga az építmény csarnokjellegű, a légtér nem közös. A falak vasbeton szerkezetűek, a födém előregyártott betonelemekből készült.

Az ajtók és az ablakok fémlemezből készültek, az ablakok részben nyithatóak.

Adatok:

- 1.) A betöltött gáz térfogata nem éri el a gázház térfogatának 1 %-át, azaz a 21 m³-t
- 2.) Veszélyes anyagok kézikönyve: a könyv szerinti veszélyszám: 268 (gáz, mérgező, maró)
- 3.) G.Hommel: Veszélyes anyagok gyűjteménye: anyaglapszám: 27-es, veszélyszám: 310
 - egészségi ártalom: nagyon veszélyes, a veszélykörzetben csak teljes védőruházatban és légzőkészülékkel szabad tartózkodni, zárt rendszerről lévén szó, közönséges körülmények között nincs veszély
 - tűzveszély: gyulladás csak az anyag forráspont körüli hőmérsékletre való hevítésekor történhet
 - kémiai reakció: robbanás veszélye: közönséges körülmények között nincs veszély.
- 4.) Veszélyes vegyi anyagok számítógépes programjának alapadatai:
 - egészségi adatok: nagyon veszélyes, a magas koncentráció azonnali halált okoz (5000 ppm: halálos). A bőrrel való folyadékfázisú érintkezés súlyos fagyást okoz.
 - Méreg osztályok: méregerősségi osztály: M-II, méreg veszélyességi osztály: V-A
 - tűzveszélyességi osztály: "B"
- 5.) MSZ 1600/8-77 szerint:
 - tűzveszélyességi osztály: "B"

Tűzveszélyességi adatok a gázzal normál körülmények között:
(20 °C-on 1 bar nyomáson, levegőben)

2.pont szerint: nincs konkrét adat

3.pont szerint: relatív gőzsűrűség 0,6 (a levegőhöz képest)

- lobbanáspont: nincs - éghető gáz
- gyulladásképes elegy t_f %: 15-28 között
- gyulladási hőmérséklet: 630 °C
- tűzveszélyességi osztály: "B" tűz- és robbanásveszélyes
- Tűzvédelmi ajánlás: a gáz alakú ammónia csak nagy koncentrációban, magas hőmérsékleten, erős energiaforrás hatására ég.

4.pont szerint: relatív sűrűség: 0,59 (a levegőhöz képest)

- forráspont: -33 °C
- lobbanáspont: nincs konkrét adat
- alsó robbanási határ: $16\text{ tf}\%$, 115 g/m^3
- felső robbanási határ: $27\text{ tf}\%$, 200 g/m^3
- minimális gyújtási energia: 10^{-3} J
- gyulladási hőmérséklet: 650 °C
- tűzveszélyességi osztálybasorolás: "B"

5.pont szerint: forráspont: -33 °C

- lobbanáspont: gáz - nincs lobbanáspont
- relatív sűrűség: $0,59$ (a levegőhöz képest)
- robbanási határok: $16-25\text{ tf}\%$
- gyulladási hőmérséklet: 650 °C
- gyúlékonysági csoport: G 1
- robbanási osztály: II.
- tűzveszélyességi osztály: "B"
- veszélyességi övezethatárok: *felfelé:* $5 / dr = 5 / 0,59 = 8,47\text{ m}$
lefelé: $5 \times dr = 5 \times 0,59 = 2,95\text{ m}$
vízszintesen: $15 \times dr = 15 \times 0,59 = 8,85\text{ m}$

Vizsgálat, számítások

Veszélyt növelő tényezők: nincsenek

Veszélyt csökkentő tényezők:

- a hűtőház az építés alkalmával érvényes szabvány előírásai szerint készült,
- a gáz zárt rendszerben cirkulál -30 °C hőmérsékleten, $7 - 8,5\text{ bar}$ nyomáson,
- a hűtőházban nyílt láng vagy más magas hőmérsékletű gyújtóforrás nem található,
- gáz csak meghibásodás esetén juthat ki a csőrendszerből, feldúsulása csak a hibahely környékén lehetséges,
- természetes és mesterséges szellőzés van, állandó felügyelettel,
- az OTSZ 3. § (6). bekezdése előírása szerint, ha az anyagot zárt, nem éghető anyagú rendszerben tárolják, a veszélytelenebb osztályra vonatkozó előírások alkalmazhatók,
- az ammónia -30 °C körüli hőmérsékleten csak kis töménységi határok között hajlandó égni és csak magas hőmérsékletű gyújtóforrás hatására (az alsó-felső robbanási határok leszűkülnek, a minimális gyújtási energia megnő, a gyulladási hőmérséklet megnő).

A veszélyességi övezet határának számítása és értelmezése:

Fentiekben említett adatok közönséges hőmérsékleten és nyomáson adnak útbaigazítást arra, hogyan állapítjuk meg a veszélyességi határokat. A zárt rendszerben nincs övezethatár.

Ha a gáz a rendszerből kijut - esetleges hiba vagy törés esetén - akkor az MSZ 1600/8-77. F.7. előírásai szerint az övezethatár számítással történő meghatározása a mértékadó (tekintve, hogy nyomás alatt lévő rendszerről van szó):

$$\text{képlet: } a_k = (3 / 100) \times k \times (C_o / C_a) \times G \times T_1 / (dr \times M \times T_o)$$

ahol: a_k = a veszélyességi övezet határának távolsága a kifúvás helyétől (minden irányban) m-ben
 k = a kilépő gáz kilépési nyomásától függő tényező ha $p_o \geq p_k$, akkor $k = 1$

C_o = a robbanásveszélyes gáz koncentrációja a kifűvés helyén, tf%-ban
 C_a = a robbanásveszélyes gáz alsó égési (robbanási) határkoncentrációja, tf%-ban
 G = a kilépő gáz becsült mennyisége kg/h-ban (legalább 180 kg/h-t kell alapul venni)
 d_r = a robbanásveszélyes gáz levegőhöz viszonyított sűrűsége kg/m³-ben
 (megjegyzés: d_{r1} - gázfázisú
 d_{r2} - folyadékfázisú sűrűség 8,7 bar mellett)
 M = a kilépő gáz mólsúlya ($NH_3 = 14 + 3 = 17$)
 T_1 = a környezeti levegő hőmérséklete K°-ban
 T_o = a gáz kiáramlási hőmérséklete K°-ban

Számítások

- Gázfázisú állapotra:

$$\begin{aligned}
 k &= 1 \\
 C_o &= 100 \% \\
 C_a &= 16 \% \\
 G &= 180 \text{ kg/h} \\
 d_{r1} &= 0,59 \text{ kg/m}^3 \\
 M &= 17 \\
 T_1 &= 273 \text{ }^\circ\text{C} + 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ }^\circ\text{C} \\
 T_o &= 273 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C} = 243 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$a_k = (3 / 100) \times 1 \times (100 / 16) \times ((180 \times 293) / (0,59 \times 17 \times 243)) = 3 / 16 \times 9,01 = 1,689 \text{ m}$$

A kifűvási övezethatár 1,7 m.

- Folyadékfázisú állapotra:

$$\begin{aligned}
 k &= 1 \\
 C_o &= 100 \% \\
 C_a &= 16 \% \text{ (más adat nem ismert a folyadékfázisra)} \\
 G &= 180 \text{ kg/h} \\
 d_{r2} &= 0,61 \text{ kg/m}^3 \text{ (8,7 bar-nál irodalmi adat)} \\
 M &= 17 \\
 T_1 &= 273 \text{ }^\circ\text{C} + 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ }^\circ\text{C} \\
 T_o &= 273 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C} = 243 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$a_k = (3 / 100) \times 1 \times (100 / 16) \times ((180 \times 293) / (0,61 \times 17 \times 267)) = 3 / 16 \times 8,86 = 1,66 \text{ m}$$

A kifűvási övezethatár 1,66 m.

A táblázat és a számított értékek egybevetése, értelmezése

A függelékben foglaltak szerint a táblázat és a képlet alapján meghatározott veszélyességi övezethatárok közül a veszélyesebbet tekintjük mértékadónak. "A veszélyt csökkentő tényezők"

cím alatt leírtak alapján azonban elégséges a számított értéket, azaz az 1,7 m-es távolságot mértékadónak tekinteni (szellőzés és állandó felügyelet nem teszi lehetővé a feldúsulást).

Az MSZ 11101/1-85. előírás a "Hűtőberendezések biztonsági előírásai" 3.5. pontjában előírja a villamos berendezések követelményeit.

Ezek:

- A hűtött helyiségben alkalmazott villamos berendezésekre az MSZ 1600 sorozat nedves, párás helyiségekre vonatkozó előírásai a mérvadók (MSZ 1600/4).
- Azokat a helyiségeket, amelyekben ammónia hűtőközeget tartalmazó szerkezeti elem van felszerelve, az MSZ 1600/8 szerint kell besorolni.
- A villamos berendezések közül a vész-szellőztető ventilátor motorja robbanásbiztos legyen.

A helyiség besorolása tűzvédelmi szempontból, a villamos veszélyességi fokozat megítélése a szabvány szerint:

A helyiség (és szabadter) besorolását az OTSZ 3. § előírásai szerint kell elvégezni. A besorolást az anyaggal kell kezdeni.

Ez szerint az ammóniagáz a "B" tűz- és robbanásveszélyes tűzveszélyességi osztályba tartozik.

Az OTSZ 3. § (2). bekezdést b) pontja szerint: az a veszélyességi övezet, helyiség, szabadter, amelyben tűz- és robbanásveszélyes anyagot használnak és e tevékenység közben ezek az anyagok tűz- és robbanásveszélyes mennyiségben és módon fordulnak elő, tartozik a "B" tűzveszélyességi osztályba.

A korábbiakból egyértelműen kitűnik, hogy normális működés közben nem juthat ki gáz a rendszerből, így alkalmazható az OTSZ 3. § (6). bekezdés előírása, mely szerint a hűtőrendszer a "C" tűzveszélyes tűzveszélyességi osztályba sorolható.

A hűtőrendszer összalapterülete nem éri el a hűtőház alapterületének 40 %-át, így a hűtőház a **"D" mérsékelten tűzveszélyes tűzveszélyességi osztályba sorolható (OTSZ 4. §).**

Fentiek alapján mind a hűtőház, mind a szabadtéri rész a "D" mérsékelten tűzveszélyes tűzveszélyességi osztályba tartozik.

A villamos veszélyességi fokozat meghatározása:

Az MSZ 1600/8-77. előírásai szerint az a helyiség vagy veszélyességi övezeten belüli helyiségrész vagy korlátozott átszellőzésű szabadter, amelynek légtérébe "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó gáz csak üzemzavar vagy előre nem látható meghibásodás következtében juthat veszélyes mértékben, a B-2-es villamos veszélyességi fokozatba tartozik.

Az a gépi vezetékes környezetet tehát, amelyben 1,7 m-re megközelíti valamely villamos berendezés (motor, lámpatest, kapcsoló, stb.) a B-2-re vonatkozó követelményeknek megfelelően kell védeni.

A veszélyességi övezeten túl a helyiségben és a szabadtéren a 3.25 előírásai szerint elégséges a B-5 villamos veszélyességi fokozatra vonatkozó előírás teljesítése (kivételek: a vészventilátor, a szükség-, vész- és biztonsági létra, ld: MSZ 11101/1. 3.5. pontját).

Ha nincs elégséges szellőzés, akkor a veszélyességi övezeten belül a villamos berendezések védettsége feleljen meg legalább az IP 54, a villamos motorok legalább az IP 44 előírásainak.

Az F₁ táblázat szerint feleljenek meg az Rb II. G1 előírásainak.

Normál esetben nincs szivárgás, vagyis a helyiségben csak vészhelyzetben (tömítetlenség vagy törés esetén) lehetséges feltöményedés.

Ezen segít a vézszellőztetés, melynek adatai és a villamos besorolás az alábbiak szerint alakul.

A jól szellőztetett helyiség követelményeit a szabvány 2.7. pontja rögzíti:

"Jól szellőztetett vagy ezzel egyenértékű az a helyiség, amelynek légterében a robbanásveszélyes gáz vagy gőzkoncentráció üzemi körülmények között az alsó éghetőségi (robbanási) határérték 20 %-át nem haladja meg és mesterséges légcserével vagy helyi elszívással elérhető, hogy a helyiség bármelyik veszélyeztetett pontján" gáz- vagy gőzkoncentráció a technológiai berendezés üzemzavara vagy előrelátható meghibásodása esetében is mindig az alsó éghetőségi (robbanási) határérték 40 %-a alatt maradjon, továbbá a következő feltételek egyike teljesül:

- az üzemben lévő szellőztető leállása esetén automatikusan bekapcsolódik a tartalék szellőztető, illetve egy megfelelő berendezés a helyiségben lévő összes - a szellőztetés kimaradása esetén nem megfelelő védettségű - villamos berendezést lekapcsolja; vagy
- több szellőztető egyidejű üzeme esetén bármelyik meghibásodásakor a működésben maradó szellőztetők előidézik a helyiség megfelelő légcseréjét; vagy
- olyan automatikus berendezés áll rendelkezésre, amely állandó felügyeletű helyre riasztó jelzést ad, ha a helyiség bármely pontján a gáz- vagy gőzkoncentráció alsó robbanási határértékének 40 %-át eléri.

Alapadatok:

A helyiség 2100 m³,

a betöltött gáz térfogata 21 m³, a kiömlő mennyiség 180 kg/h (mivel nincs konkrét adat)

ARH: 15 %, illetve 15 g/m³

két szellőző ventilátor van:

a) 9500 m³ /h

b) 10400 m³ /h

megengedett max. töménység 6 %, illetve 46 g/m³.

A helyiség védelme a robbanásveszélyes koncentráció ellen, számítás:

$$V_1 = m_{gg} / (C_{meg} - C_o)$$

$$n = V_1 / V_T$$

ahol

V_1 = a légcseré mennyisége (m³ x h⁻¹)

m_{gg} = a gáz, gőz tömege (g x h⁻¹)

C_{meg} = a megengedett töménység (g x m⁻³)

$C_o = 0!$

V_1 = a helyiség térfogata

n = a légcseré gyakorisága

$C_{alsó} = ARH$

$$m_{gg} = 180 \text{ kg x h}^{-1} \text{ (180000 g x h}^{-1}\text{)}$$

$$C_{meg} = 46 \text{ g x m}^{-3}$$

$$V_T = 2100 \text{ m}^3$$

Számítás:

$$V_1 = (180000 \text{ g x h}^{-1}) / 46 \text{ g x m}^{-3} = 3913 \text{ m}^3 \text{ x h}^{-1}$$

$$n = (3913 \text{ m}^3 \text{ x h}^{-1}) / 2100 \text{ m}^3 = 1,86\text{-szoros légcseré szükséges}$$

Van viszont olyan ventilátor beszerelve, melynek a légteljesítménye 9500 m³ óránként. A tényleges légcseré 4,52-szeres (9500 / 2100 = 4,524). (A számításnál nem két, hanem csak egy ventilátort, mégpedig a kisebb légteljesítményűt vesszük figyelembe.)

A valóságban - a katasztrófától eltekintve - nem jöhet ki a rendszerből 180 kg gáz vagy gőz, ezért a valóságos szellőztetési méretezés a többszöröse a szükségesnek.

A számítás és a gyakorlat egybevetésével kimondható, hogy a helyiség jól szellőztetettnek minősül.

A helyiség tehát B-5 nem veszélyes minősítésű.

A villamos védettség is ennek megfelelően módosítható a következőkre:

- A B-5-ös villamos besorolású helyiségben az MSZ 1600/1 előírásai szerint szabad a világító testeket, vezetékeket, motorokat, stb. szerelni.
- Egyetlen kivétel van: a vész-szellőztető ventilátorok legalább az IP 44 előírásainak feleljenek meg (MSZ 11101/1. 3.5.pont).

I R O D A L O M J E G Y Z É K

- Kovács Géza: Oldószer-gőzök okozta robbanási és mérgezési veszély az építőiparban
- BUDALAKK Festék- és Műgyantagyár Munkavédelmi és Tűzvédelmi Osztály (1984.):
A vállalatnál használt szerves oldószerek egészségi ártalmi, toxikológiai jellemző adatai
A védekezés, illetve az ártalmak megelőzésének elvei
- a szövegben említett szabványok
- építési engedélyezési dokumentációk
- Hommel (1992.)
- Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központ Esztergom-kertváros (1977.):
Elektrosztatikus feltöltődések a munkavédelem és a tűzvédelem szempontjából

Bónusz János t. alev.