

Bellus László

A tűzjelzés fizikája – a tűzjellemzők érzékelése

Amióta a tüzek pusztítanak, és amióta létezik a tűz elleni védekezés fogalma, azóta létezik a tűz korai jelzésének igénye is. Az ember pedig kitalálta, megalkotta és jelenleg is folyamatosan tökéletesíti a tűzjelzést, amely arra hivatott, hogy az ember jelenlétét, figyelő tekintetét helyettesítse. Bellus László 2002-ben írt tanulmánya nem veszített aktualitásából, sőt az optikai elvű érzékelés fejlesztési eredményei újra áttekintésre érdemessé teszik.

A tűzjellemzők érzékelése

A tűz automatikus érzékelésének megoldásakor, a tűz, az égés során jelentkező fizikai jelenségek és keletkező égéstermékek észlelése jöhet szóba. A tűzjellemzők hagyományosan, az információhordozók szerint két csoportba sorolhatók.

1. Energia jellegű tűzjellemzők:

- A láng által kibocsátott sugárzás (fény): infravörös, ultraibolya és látható fény tartományban
- Hő: hőáramlás és hővezetés formában
- Nyomás, nyomáshullám, hang

2. Anyagi jellegű tűzjellemzők, égéstermékek:

- Gázok
- Füst: az égés és a hőbomlás során keletkezett szilárd részecskék, aeroszolok.

A fentieknek megfelelően tehát a tűzjellemzők érzékelése szerint beszélhetünk:

- Nyomás, nyomáshullám érzékelőről
- Gázérezékelőről
- Lángérezékelőről
- Hőérezékelőről
- Füstérezékelőről

A felsorolásból mindjárt az elején kiemelhetjük a nyomásérezékelőket, nem azért mert nem létezik, hanem azért mert az általános tűzjelzésben nem használatosak. A tűzjelzés egy speciális területén, a robbanásérezékelésben fontos szerepük van.

Poros technológiákban a robbanás megindulásakor keletkező hang, vagy nyomáshullám gyorsabban - hangsebességgel - terjed, mint a robbanás láncreakciója. Itt természetesen nem robbanóanyagokról van szó. Ezt a helyzetet kihasználva a robbanás már a kezdeti szakaszban észlelhető és megfelelő gyors beavatkozással a robbanás elfojtható.

Szintén a robbanás elfojtás területén alkalmaznak egy másik ritkán használt érzékelőt, a lángérezékelők egy speciális típusát, a szikraérezékelőt.

E két érzékelő fajtával a továbbiakban nem foglalkozunk a ritkán használatosságuk miatt, ellenben részletesen tanulmányozzuk az ismert, elterjedtebb típusok fizikai működését.

Ha növekvő fontossági sorrendet választunk, akkor elsőként a gázérezékelőket kell megtárgyalnunk.

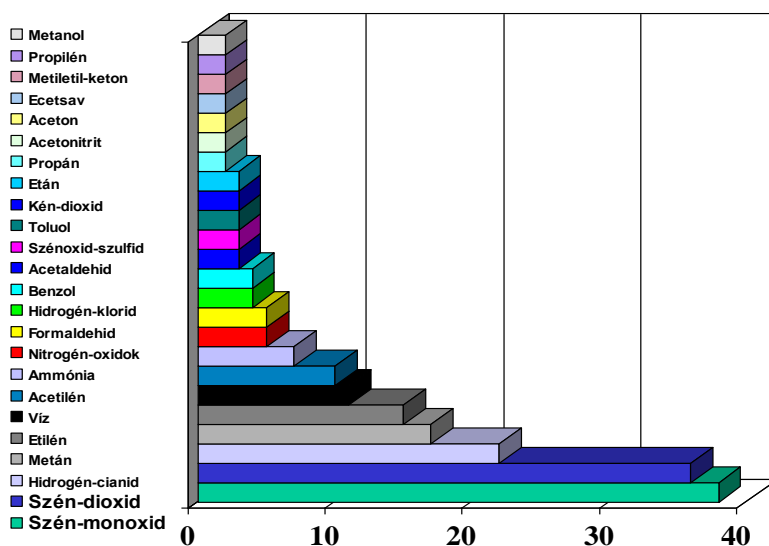
Gázérezékelés

Amíg az ipari technológiákban a gázérezékelés nagyon jelentős szerepet játszik addig az általános tűzjelzésben csak a "mostohagyerek" szerepe jut neki. Ennek oka az, hogy laboratóriumi mérések tanúsága szerint, a legtöbb esetben a gázérezékelők lassabban jeleznek, mint a később tárgyalt érzékelő típusok. Ehhez adódik még, hogy eléggé érzékenyek a környezeti változásokra (páratartalom, hőmérséklet), ezért hajlamosak a téves jelzésekre.

Első hallásra ez elegendő ok lenne arra, hogy „kihaljanak”, mint a dinoszauruszok. Hogy ez mégsem történt meg, annak egyik oka az, hogy vannak alkalmazási területek, ahol hatékonyan

csak gázérzékelőkkel lehet megoldani a tűzjelzést. A másik ok pedig az, hogy jelenleg is gőzerővel folyik gázérzékelők fejlesztése, és már vannak jelek arra, hogy a „mostoha” jelen helyett a jelentős jövő vár a gázérzékelőkre a tűzjelzés területén is.

1. Ábra
A tüzek során keletkezett gázok eloszlása



A gázérzékelők alkalmazásának legfőbb területe a nagy szén, illetve a hasonló ömlesztett szilárd, poros éghető anyagok tároló és szállító terek védelme. Ezekben a helyeken a por miatt a füstérzékelők nem jöhetnek szóba, a hőérzékelők pedig, amire megszólalnak egy ilyen helyen már elég nagy tűznek kell kifejlődni. Viszont a gázérzékelőknek jó esélyük van arra, hogy korán észlelni tudjanak egy a szénkupac belsejében meginduló lassú égést is.

Az 1.ábrán látható diagramm a különböző tüzek vizsgálatokor keletkezett gázok gyakoriságának eloszlását mutatja. Látható, hogy a keletkezett égéstermékek között a széndioxidon kívül találhatunk, további éghető gázokat, mint a szénmonoxid és mérgező gázokat, mint a hidrogén-cianid, ismertebb nevén a cián, de a szénmonoxid ide is besorolható. Nagyon lényeges információ, hogy az átlagos tüzeknél ez a három gáz, azaz a szénmonoxid, a széndioxid és a cián fordul elő leginkább, tehát a tűzjelzésben igazából elég ennek a három gáznak az észlelésére koncentrálni.

Gázérzékelés módjai

Keletkezett gázok	Az érzékelés módja
Éghető gázok	<ul style="list-style-type: none"> • Fűtött katalizátoros • Félvezetős adszorpció • Optikai
Mérgező gázok	<ul style="list-style-type: none"> • Félvezetős adszorpció • Elektrokémiai cellás • Optikai ?

A 2.ábra táblázatának második oszlopában felsorolt három féle gázérzékelési mód fordulhat elő leginkább a tűzjelzésben.

A keletkezett gázok	Az érzékelés módja
Éghető gázok	Fűtött katalizátoros Félvezetős adszorpció
Mérgező gázok	Félvezetős adszorpció Elektrokémiai cellás

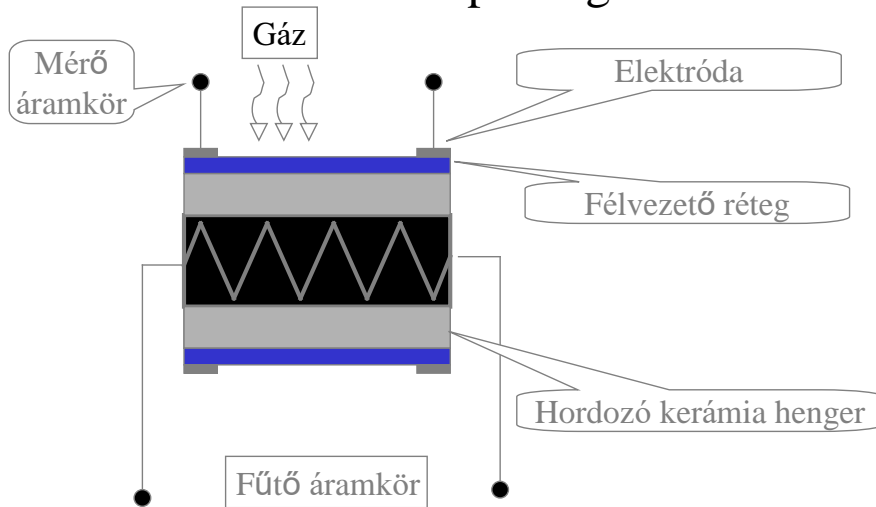
2.ábra

A félvezetős érzékelés mindkét gáztípus érzékelésére alkalmas, kezdjük tehát ezzel az ismerkedést.

Félvezetős adszorpció gázérzékelés

A működés elve a 3. ábrán követhető nyomon. Egy kerámia henger felületére viszik fel a vékony félvezető réteget. A henger két végén lévő gyűrű elektródára kapcsolt feszültséggel mérhető a félvezető réteg vezetőképessége. Amikor megjelenik az érzékeltetni kívánt gáz, az a félvezető réteg felületén megkötődik, minek következtében megváltozik a félvezető vezetőképessége. Ez a változás a kapcsolódó mérő elektronika számára érzékelhető jelet biztosít. A kerámia henger belsejében lévő fűtőáramkör a hőmérséklet emelésével növeli a félvezető réteg felületi aktivitását, ezáltal az érzékenységet.

Félvezetős adszorpciós gázérzékelés

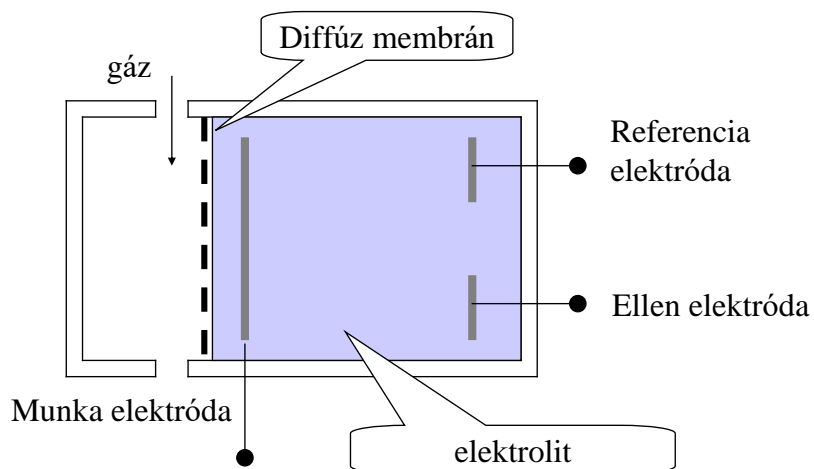


A félvezetős gázérzékelés tulajdonságai:

- Érzékenysége közepes, illetve nagy
- Többféle gázra keresztérzékenységgel rendelkezik, vagyis nem teljesen egyértelmű, hogy milyen gázra „szólal meg” az érzékelő.
- Az érzékenység hő és nedvesség függő
- Az érzékelő jelleggörbéje nemlineáris, ezt a mérőelektronika segítségével kompenzálni kell

Elektrokémiai cellás gázérzékelés

Elektrokémiai cellás gázérzékelés



Az elektrokémiai cellás érzékelési mód működési elve hasonló a félvezetőshöz. A lényegi eltérés abban van, hogy más közeg, elektrolit zselé az aminek a vezetőképesség változását figyeljük. Az érzékelő vázlatos felépítése a 4.ábrán látható.

Az érzékelő cella egyikfelét az elektrolit zselé tölti ki, amit egy diffúz membrán választ el a cella nyitott részétől. A membrán feladata az, hogy egyben tartsa az elektrolitot, ugyanakkor lehetővé tegye a cella nyitott része felől érkező gáznak, hogy az be tudjon diffundálni az elektrolit belsejébe. Az elektrolit és a gáz között zajló kémiai reakció eredményeképpen az elektrolit vezetőképessége megváltozik. Ezt a vezetőképesség változást az elektrolitban elhelyezett elektródák segítségével mérni tudjuk. Így a gáz jelenlétét elektronikus jellé konvertáltuk, ezáltal elő is állt a gázérezékelő.

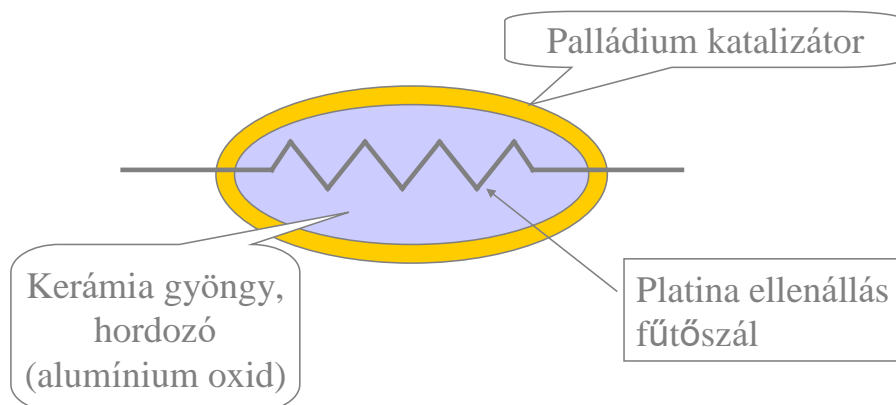
Elektrokémiai cellás gázérezékelés tulajdonságai:

- A félvezetős érzékeléssel ellentétben, ebben az esetben az elektronika által mérhető jel a gázkoncentrációval egyenesen arányos, azaz lineáris
- Pontos, érzékeny műszer. Sajnos érzékeny a környezeti hatásokra is, ezért hajlamos a téves jelzésekre.
- Az elektrolit egy idő után elhasználódik, előregszik, így az érzékelő rövid élettartamú.
- Reagálási idő: 30÷60 s.

Fűtött katalizátoros gázérezékelés

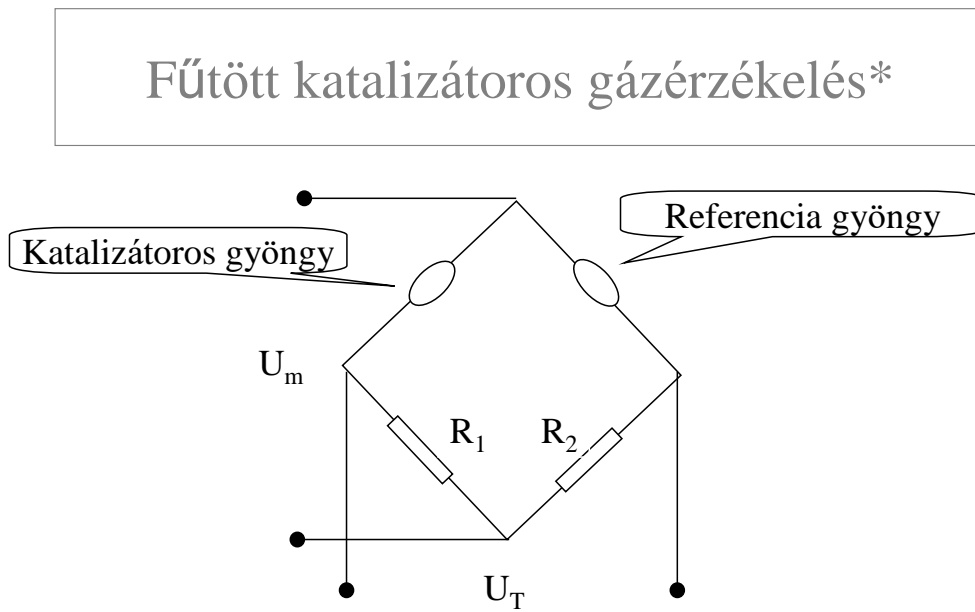
Fűtött katalizátoros gázérezékelés

- Érzékelő elem: pellsztor (gyöngy) (hot-wire)
(méret: néhány mm)



A működésből adódóan, mint majd látjuk ez az érzékelési mód első sorban az éghető gázok érzékelésére alkalmas.

Az érzékelő elem a néhány milliméter nagyságú pellisztor, vagy más néven gyöngy. Elnevezését az 5.ábrán látható alakjáról és méretéről kapta.



Az alumínium oxid hordozó belsejében platina ellenállásból készített fűtőszál van. A platina ellenállást pontos és lineáris hőmérséklet függése miatt más alkalmazásokban elterjedten használják elektronikus hőmérsékletmérésre. A mi esetünkben is ezt a tulajdonságát használjuk ki.

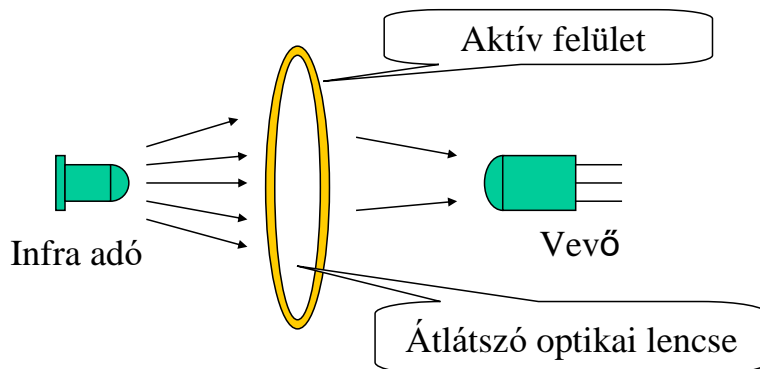
A gyöngy felületére palládium katalizátort visznek fel, amely a platina munkaárama által felmelegített állapotban nagy aktív felületet képez az érzékeln kívánt éghető gázok számára. A katalizátor felületén felgyorsul a gázok oxidációja és ez megemeli az egész pellisztor (gyöngy) hőmérsékletét. A hőmérséklet növekedése megnöveli a platina ellenállását, amely a 6.ábrán mutatott mérőhídba kötve a hőmérséklettel arányos feszültségváltozást okoz a kimeneti kapcsolásokon.

Fűtött katalizátoros gázérezékelés tulajdonságai:

- A gázkoncentrációval arányos lineáris jelleggörbéje van
- A mérés ismételhető, hosszú élettartam.
- Az érzékelő abszolút skálán kalibrálható, műszerként használható

Optikai gázérzékelés

Optikai gázérzékelés



A jelenleg is folyó fejlesztések egyik ígéretes terméke az optikai gázérzékelés. Elvi felépítése a 7.ábrán látható. /A cikk megírása óta ez az érzékelési forma óriási fejlődésen ment keresztül. (szerk.)/

Az infravörös (LED) adóból és vevőből álló páros egy átlátszó optikai lencsén keresztül „látja egymást”. Az optikai lencse felülete olyan anyagot tartalmaz ami normál esetben szintén átlátszó. Az érzékelni kívánt gázzal kölcsönhatásba lépve viszont optikai tulajdonságai (színe, átláthatósága) megváltozik, amit az infravörös adó-vevő együttes kiválóan tud érzékelni. A lencsére felvitt aktív réteg kiválasztásával szelektálja a gázokat. Ismereteink szerint egyelőre a szénmonoxid érzékelését dolgozták ki.

Az optikai gázérzékelés jelen pillanatban a „jövő zenéje” kategóriába tartozik. A Bosch cég terméke a fejlesztés fázisán már túl van, jelenleg Németországban tűzvédelmi laboratóriumokban tesztelik. Amennyiben ott megfelel a vizsgálatokon, várható, hogy a magyarországi piacon is hamarosan meg fog jelenni.

Az érzékelő tulajdonságairól eddig nem sokat tudunk, de a működésre vonatkozó előzetes ismereteink alapján jó reménységünk lehet arra, hogy az optikai gázérzékelés kihozza a gázérzékelőket a „mostohagyerek” kategóriából a tűzjelzésben is.

Bellus László tűzoltó őrnagy
főosztályvezető-helyettes
BM OKF Műszaki Biztonsági Engedélyezési Főosztály
2002