

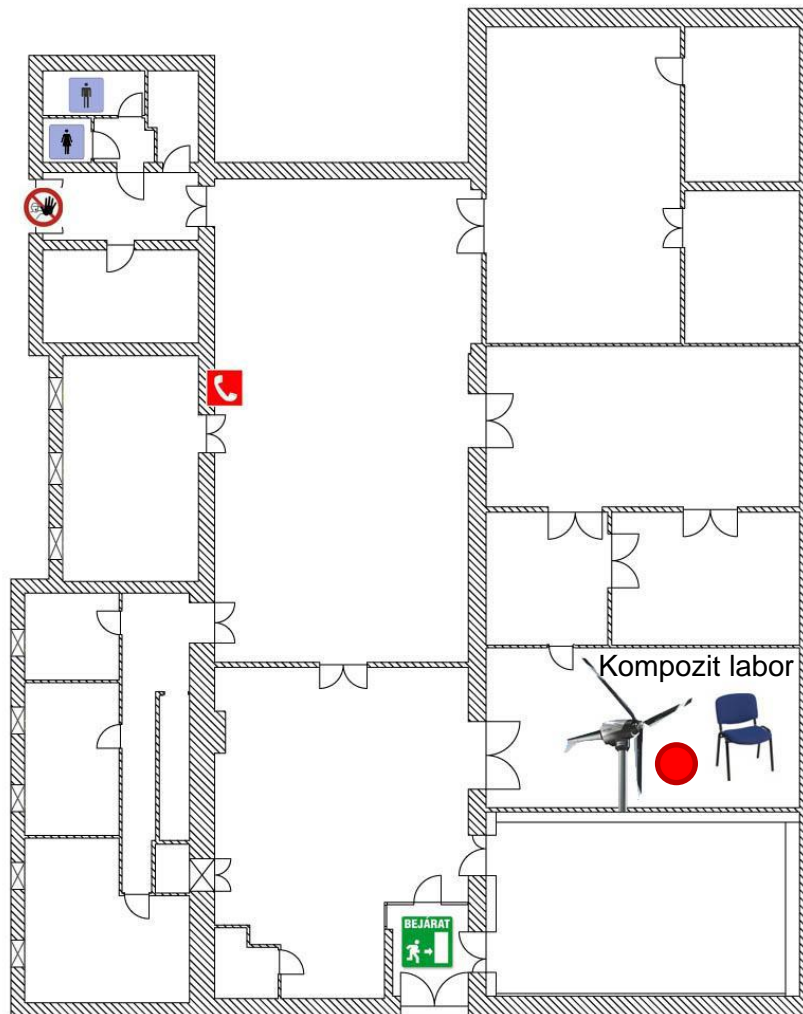


**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
POLIMERTECHNIKA TANSZÉK**

Éghetőségi vizsgálatok

POLIMEREK ÉGHETŐSÉGE

**A JEGYZET ÉRVÉNYESSÉGÉT A TANSZÉKI WEB OLDALON KELL ELLENŐRIZNI!
WWW.PT.BME.HU**

A laborgyakorlat helyszíne:**Tartalomjegyzék**

1. A GYAKORLAT CÉLJA	3
2. ELMÉLETI HÁTTÉR	3
2.1 ÉGÉSGÁTLÓSZEREK TÍPUSAI ÉS HATÁSMECHANIZMUSA	3
2.2 POLIMEREK ÉGHETŐSÉGI VIZSGÁLATAI, ÉGÉSGÁTLÁSI BESOROLÁSAI	6
2.2.1 UL-94 égésvizsgálat	6
2.2.2 Oxigénindex (OI) meghatározása.....	9
2.2.3 Tömegcsökkenésen alapuló kónikus kalorimetriai vizsgálatok	9
3. A MÉRÉS SORÁN FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK, ESZKÖZÖK	10
4. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ FONTOSABB SZAVAK MAGYARUL ÉS ANGOLUL	13
5. MELLÉKLET	14

1. A gyakorlat célja

A gyakorlat célja megismertetni a hallgatóval a műanyagok éghetőségével kapcsolatos legfontosabb fogalmakat és az éghetőség minősítésére alkalmas főbb vizsgálati módszereket. A gyakorlat során égésgátlás nélküli és égésgátlóval adalékolt hőre lágyuló és térhálós polimer minták éghetőségét fogjuk összehasonlítani szabványos éghetőségi vizsgálattal.

2. Elméleti háttér

A polimerizáció során a felépülő hosszú molekulaláncok döntően szén (C) és hidrogén (H) elemekből épülnek fel, amelyek miatt a polimerekből készült termékek többsége jól éghető. A műanyagok előállításához legtöbbször kőolajat használnak fel kiindulási nyersanyagként, így fűtőértékük közel megegyezik vele (40-45 MJ/kg). Az égés során az éghető anyag elemei elegendő oxigén jelenléte mellett átalakulnak legmagasabb oxidációs fokú állapotukba, amelyek mint tovább nem oxidálható vegyületek távoznak a nagy mennyiségű füstgázban. A műanyagok tökéletlen égése miatt a füstgáz szén-dioxid (CO₂) mellett szén-monoxidot (CO) is tartalmaz. Illetve attól függően, hogy a polimert milyen alkotóelemek építik fel, egyéb gázok is keletkezhetnek pl. hidrogén-klorid, ammónia, stb. A zárt térben képződő nagy mennyiségű, fojtó füst gátolja a menekülést, így gyakran nem is a tűz a tüzeset során bekövetkező katasztrófa fő oka, hanem a képződött füstgáz. A műanyagok felhasználásának több esetben gátat szab nagyfokú éghetőségük. Számos alkalmazási területen pl. elektronikai ipar, építőipar, járműgyártás (személygépjárművek, autóbuszok, vasúti kocsik, repülőgépek, stb. gyártása) elengedhetetlen a polimerek égésgátlása ahhoz, hogy a belőlük készített termékek, alkatrészek megfeleljenek a vonatkozó éghetőségi szabványoknak.

2.1 Égésgátlószer típusai és hatásmechanizmusa

Alapvetően két módon juttathatunk be égésgátlót a polimer rendszerekbe:

- Reaktív égésgátlás esetén a polimer szintézise során olyan monomeregységeket építünk be kovalens kötésekkel a láncba, melyek hatására az éghetőség lecsökken.
- Additív égésgátlás esetén pedig az égésgátló adalékot a szükséges mennyiségben a módosítatlan alappolimerhez keverve csökkenthető az éghetőség.

Kémiai összetételüket tekintve a főbb típusok:

- halogéntartalmú,
- foszfortartalmú,
- nitrogéntartalmú,
- szervesetlen égésgátlók.

Hatásmechanizmusuk szerint pedig a következő főbb típusokat különböztetjük meg:

- a gáz fázisban ható égésgátlók a polimerek égése során keletkező gyököket megkötve gátolják a láncreakciót (pl. halogénvegyületek, egyes foszforvegyületek),
- a szilárd fázisban ható égésgátlók az égés során védőréteget képeznek a polimer felületén (pl. egyes foszforvegyületek, ún. felhabosodó (intumeszcens) rendszerek),
- endoterm bomlással a rendszerből hőt elvonó égésgátlók (pl. fém-hidroxidok).

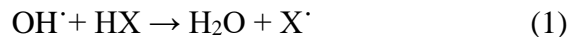
Az égésgátló kiválasztásánál egy adott felhasználáshoz a következő szempontokat érdemes figyelembe venni:

- megfelelő legyen az égésgátló összeférhetősége az alkalmazott polimerrel, ne vándoroljon ki a polimer felületére
- ne rontsa a polimer feldolgozhatóságát,
- megfelelő legyen az égésgátló stabilitása a polimer mátrix feldolgozási körülményei között és a termék használata során egyaránt,
- minél kisebb koncentrációban kelljen hozzáadni a polimerhez, hogy ne rontsa annak a mechanikai tulajdonságait, ugyanakkor az alkalmazott koncentrációban kellőképpen hatékony legyen,
- környezetre és egészségre gyakorolt káros hatása minél kisebb legyen,
- ne növelje jelentősen a polimer árát.

A következőkben röviden áttekintjük a főbb égésgátló típusokat és azok hatásmechanizmusát.

Halogéntartalmú égésgátlók

A halogéntartalmú égésgátlószerek a gáz fázisban fejtik ki hatásukat: hő hatására hidrogén-halogenidek (HX) keletkeznek belőlük, melyek a polimerek égése során képződő gázfázisú OH gyököket megkötve gátolják az égés láncreakcióját (1). A halogéntartalmú égésgátlószerek előnye, hogy miközben a polimer bomlását olyan irányba tolják el, hogy kis reakcióképességű szénhidrogén gyökök (R[•]) keletkezzenek, egyben önmagukat is regenerálják (ismét HX keletkezik) (2), így kis mennyiségben is hatékonyak.



Hatékonyáguk ellenére használatuk visszaszorulóban van a bomlásuk során keletkező gázok környezetre és egészségre gyakorolt káros hatása, korrozivitása miatt. A 2006. júliustól érvényes 2002/95/EC európai irányelv szerint az Európai Unió országaiban tilos a polibrómozott bifenileket (PBB) és polibrómozott difenil-étereket (PBDE) tartalmazó égésgátlók alkalmazása az elektronikai- és villamosiparban.

Foszfortartalmú égésgátlók

A halogéntartalmú égésgátlók visszaszorulásával előtérbe kerültek az ún. PIN (Phosphorus-Inorganic Nitrogen, azaz foszfortartalmú, szervesetlen és nitrogéntartalmú) égésgátlók, melyek közül a foszfortartalmú égésgátlók piacának a fejlődése a legdinamikusabb. A foszfortartalmú égésgátlószerek skálája igen széles, mivel a foszfor számos különböző oxidációs állapotban is előfordul. A szerves foszfortartalmú égésgátlók általában foszforsavak észterei vagy egyéb származékai, míg a szervesetlenek általában különböző foszfátvegyületek pl. ammónium-polifoszfát (APP), de egyes esetekben akár az elemi vörösfoszfor is alkalmazható égésgátlóként. A foszforvegyületek hatásukat többnyire a szilárd fázisban fejtik ki, de léteznek olyan foszfortartalmú égésgátlók is, amelyek a gázfázisban is hatnak. A polimerhez hozzáadott

foszfortartalmú égésgátlóból hő hatására foszforsav keletkezik, amely vízleadással bomlik, és olyan könnyen polimerizálódó foszforsav-származékok keletkeznek belőle, amelyek védőréteget képeznek a polimer felületén. Ez a réteg megakadályozza az oxigén bejutását a felületre, illetve az éghető bomlástermékek lángfrontba jutását.

A foszfortartalmú égésgátló rendszereknél meg kell említeni az ún. felhabosodó (intumeszcens) mechanizmussal működő égésgátló-rendszereket. Ezeknek három fő komponense van:

- szenesedő komponens (leggyakrabban poliolkok pl. pentaeritrit)
- savforrás (szervetlen sav vagy annak valamilyen sója pl. foszfátok)
- habosítószer (olyan vegyületek, amelyek ammóniát, szén-dioxidot vagy vízgőzt bocsátanak ki pl. melamin)

Az intumeszcens égésgátlókra jellemző, hogy a megváltozott degradációs mechanizmus miatt a polimer mátrix kisebb része bomlik illékony vegyületekre, inkább elszenesedik. A bomlásuk során a savforrás elszenesíti a szenesedő komponens, melyet a habosítószerből keletkező gázok felhabosítanak, így létrehozva egy rossz hővezetőképességű porózus védőréteget, mely megakadályozza a hő- és anyagtranszportot is, azaz az illékony komponensek gázfázisba történő távozását és az oxigén bejutását a felületre.

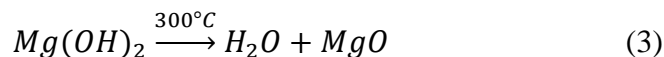
Nitrogéntartalmú égésgátlók

A nitrogéntartalmú égésgátlószer a szilárd és a gázfázisban is hatnak. Termikus bomlásuk endoterm, azaz hőt vonnak el a környezetből, így a szilárd fázis hűtését segítik elő. A bomlás során képződő nitrogéntartalmú gázok pedig hígítják az égéstérben lévő éghető anyagok bomlástermékeit. Legfontosabb képviselőik a melamin és származékai. A foszfor- és nitrogéntartalmú vegyületek együttes alkalmazása szinergikus hatással van az égésgátlásra, így gyakran alkalmazzák őket foszforvegyületekkel együtt pl. intumeszcens égésgátló rendszer habosító komponenseként.

Szervetlen égésgátlók

Számos egyéb vegyület rendelkezik még számottevő égésgátló hatással, pl. egyes fém-hidroxidok (pl. magnézium-hidroxid, alumínium-hidroxid), fém-oxidok (pl. antimon-trioxid, alumínium-oxid-trihidrát), bórvegyületek (pl. zink-borát), szilíciumvegyületek (pl. sziloxánok), expandálható grafit, nanoadalékok (pl. agyagásványok, szénnanocsövek) stb.

A szervetlen égésgátlók közül a fém-hidroxidok felhasználása a legnagyobb volumenű, elsősorban az elektromos iparban alkalmazzák (pl. kábelbevonatok, zsugorcsovek gyártása). A fém-hidroxidok előnye, hogy használatuk során nem keletkeznek környezetre és egészségre káros, valamint korrozív vegyületek. Bomlásuk endoterm, azaz hőt vonnak el a környezettől, ezáltal hűtik az égéstérben lévő mintát, illetve a folyamat során vízkilépés is történik (3). A felszabaduló vízgőz továbbá nehezíti az oxigén égési felületre történő diffundálását. A bomlás során egy vékony oxidréteg is képes kialakulni a minta felületén, mintegy elzárva azt az égéstértől.



Bár az árfekvésük igen kedvező, jelentősen korlátozza a felhasználhatóságukat, hogy a hatásos égésgátláshoz nagy mennyiségben (50-60%) kell alkalmazni őket, ami jelentősen rontja a polimer rendszer egyéb tulajdonságait.

Az égésgátolt polimerek fejlesztésében ígéretes lehetőségnek tűnnek a nanoadalékok. A terület fontosabb képviselői az agyagásványok (pl. montmorillonit (MMT)) és a szénnanocsövek. A nanoméretű anyagok viszonylag kis, pár százalékos hozzáadásával jelentősen javítható egy műanyag szerkezeti-, mechanikai-, gázzáró- és égésgátlási tulajdonsága a nanorészecskék rendkívül nagy fajlagos felületének köszönhetően. A nanoadalékok hő hatására a minta felülete felé vándorolnak és egy vékony, elszenesedett réteget létrehozva gátolják a további tömeg- és hőtranszportot, megakadályozva, hogy a lángok elérjék a további jól éghető polimer részeket. Alkalmazásukkal az égés során képződő hőmennyiség is csökkenthető. Fontos megjegyezni, hogy önmagukban általában nem elegendők a hatékony égésgátlás megvalósításához, de más égésgátlókkal kombinálva kiváló eredményeket lehet velük elérni.

2.2 Polimerek éghetőségi vizsgálati, égésgátlási besorolásai

2.2.1 UL-94 égésvizsgálat

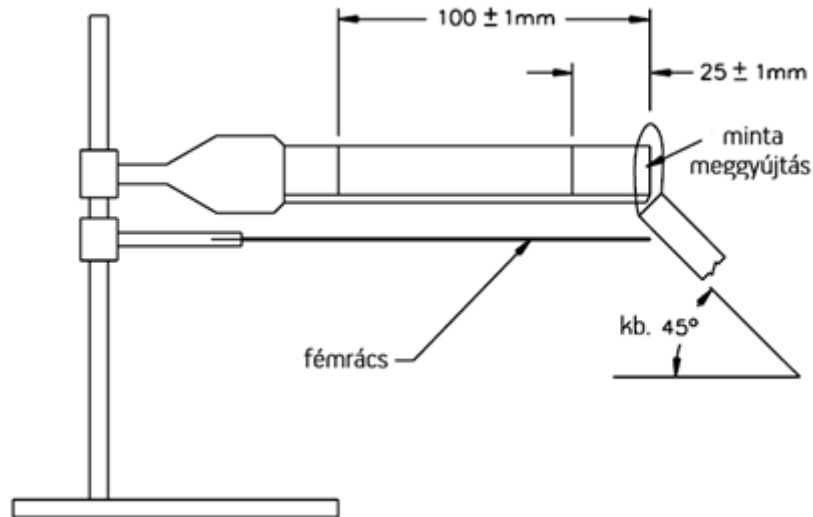
Az UL-94 szabvánnyal harmonizált ISO 9772 és ISO 9773 szerinti vizsgálat során két eltérő elrendezésben vizsgálandók a polimer minták. Vízszintes elrendezés alkalmazásával az éghető anyagok lángterjedési sebessége határozható meg, míg a minta függőleges elrendezésével az anyag égésgátoltsági fokozata adható meg. A minták meggyújtásához felhasznált láng hőmennyisége $37 \pm 1 \text{ MJ/m}^3$ értékű kell, hogy legyen 25°C -on, amelynek a minimum 98%-os tisztaságú metángáz felel meg. A vizsgálatához felhasznált mintákat előzetesen kondicionálni szükséges $23 \pm 2^\circ\text{C}$ -on, 50%-os páratartalom legalább 48 órán keresztül. A kondicionált körülményekből kivett mintákon az égési vizsgálatot 30 percen belül meg kell ejteni. A vizsgálatokhoz $125 \pm 5 \text{ mm}$ hosszúságú mintára van szükség, amelyeknek keresztmetszete 40 mm^2 .

Vízszintes elrendezésű (H-típusú) égésvizsgálat

A mérési elrendezés az 1. ábrán látható. A vizsgált 3 darab mintára párhuzamosan két-két felfestést kell elhelyezni, a meggyújtási helytől számított 25 mm és 100 mm távolságokban. A kezdeti 25 mm-es meggyújtási szakaszon az egyhelyben tartott lángnyelvet $30 \pm 1 \text{ s}$ ideig kell biztosítani, utána a lángot óvatosan el kell távolítani a mintától. Amennyiben az első felfestést a lángnyelv hamarabb elérte, mint 30 s, akkor a lángnyelvet azonnal el kell távolítani. Ezt követően meg kell kezdeni a lángterjedési idő mérését. A két felfestés közötti 75 mm-es mérési szakaszból és a lángterjedés idejéből határozható meg a mintán mért lángterjedési sebesség a (4) összefüggés szerint:

$$v = 60 \cdot \frac{L}{t} \quad (4)$$

ahol v a lángterjedési sebesség [mm/perc], L az égési távolság a két felfestés között [mm], t a lángterjedés ideje [s]. Abban az esetben, ha a láng a két felfestés között végigterjedt, akkor $L=75$ mm, amennyiben a láng a két felfestés között kialudt, abban az esetben a roncsolódott távolságot kell megállapítani a mérési távolság és az ép rész különbségeként.



1. ábra: UL-94 szabvány szerinti vízszintes (H) típusú égésvizsgálat mérési elrendezése

A vizsgálat során az alábbi adatokat szükséges rögzíteni:

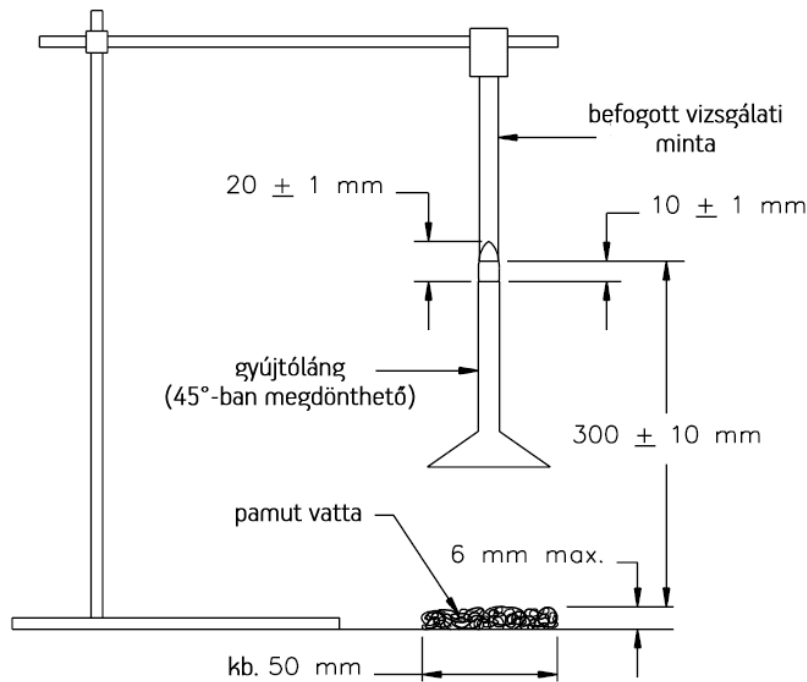
- a láng elérte-e a mintán a 25 mm-es és a 100 mm-es felfestést,
- meghatározni az égési távolságot és lángterjedési időt az első felfestés után (legfeljebb a 100 mm-es jelig) és kiszámolni a lángterjedési sebességet [mm/perc].

A vizsgált minta **HB (high burning) minősítést** kap, amennyiben a következő feltételek közül valamelyik teljesül:

- 3-13 mm vastagságú minta lángterjedési sebessége nem haladja meg a 40 mm/perc értéket a 75 mm-es vizsgálati szakaszon,
- 3 mm-nél vékonyabb mintánál a lángterjedési sebesség maximum 75 mm/perc lehet,
- lángkioltódás tapasztalható a 100 mm-es jel előtt.

Függőleges elrendezésű (V-típusú) égésvizsgálat

A mérési térbe függőlegesen elhelyezett minták három besorolást kaphatnak (V-0, V-1 és V-2), ahol a legkisebb, de már égésgátolt fokozat a V-2, a legjobb égésgátlási besorolás pedig a V-0 szint. A függőleges (V-típusú) vizsgálatoknál a mintákat úgy kell befogni, hogy azoknak alja legalább 300 mm-re legyen a talajtól. A talajra 100% tisztaságú pamut vattát kell tenni, amellyel vizsgálható, hogy az esetlegesen lecsöppenő, izzó cseppek meggyújtják-e az alattuk lévő jól éghető anyagot. Vizsgálatonként 5 mintát kell kiértékelni összetételenként. A mérőberendezés kialakítása a 2. ábrán látható.



2. ábra: UL-94 szabvány szerinti függőleges (V) típusú égésvizsgálat mérési elrendezése

A vizsgálat során a gyújtólángnak el kell érnie a minta alsó részét 10 ± 1 mm mélységben, a gyújtás időnek pedig $10 \pm 0,5$ s hosszúnak kell lennie. Ezután a lángot a mintától el kell távolítani és ezzel párhuzamosan azonnal megkezdeni a gyújtóláng elvétele utáni égési/izzási idő (t_1) mérését. A t_1 égési idő addig tart, amíg a mintán legalább pontszerű izzás látható, majd a kapott égési időt a legközelebbi fél másodperc értékre kell kerekíteni. A roncsolt mintát a láng kioltódása után ismételt (lehetőség szerint azonnal) meg kell gyújtani a lánggal $10 \pm 0,5$ s ideig és a láng elvétele után a t_2 égési időt kell meghatározni az előzőekben tárgyaltak szerint. A kapott értékekből a minta besorolását az 1. táblázat alapján lehet megadni. Amennyiben a minta égésgátlási besorolása nem éri legalább a V-2 égésgátoltsági szintet, abban az esetben a HB elrendezés mellett kell vizsgálni a mintát.

Feltételek	V-0	V-1	V-2
Gyújtás utáni égési/izzási idő (t_1 vagy t_2)	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
2. gyújtás utáni izzási, füstképződési idő (t_3)	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
Teljes égési idő (5 próbatestre) (t_1+t_2)	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
Vatta meggyulladhat?	nem	nem	igen
Próbatest végigégphet?	nem	nem	nem

Amennyiben az 5 mintából csak 1 nem teljesíti az adott szinthez tartozó követelményeket, akkor a mérési sort meg kell ismételni 5 új próbatesttel. Ugyancsak meg kell ismételni a mérést, hogyha a minták tízszeri gyújtásából számított teljes égési idő V-0 besorolás esetén 51-55 s közé, V-1 esetén 251-255 s közé esett.

2.2.2 Oxigénindex (OI) meghatározása

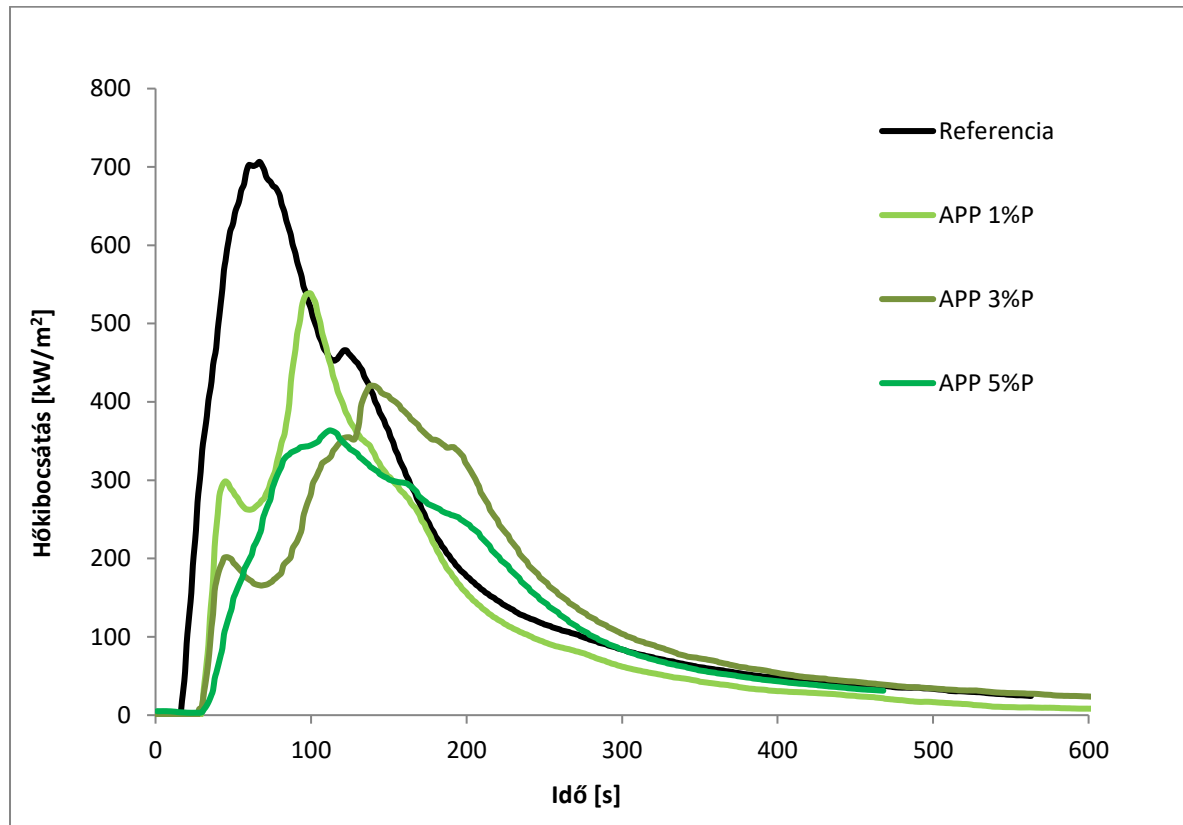
Oxigénindexnek nevezzük egy meghatározott sebességgel áramló oxigén-nitrogén gázkeveréknek azt a minimális oxigéntartalmát térfogatszázalékban kifejezve, amelyben a vizsgálandó anyagból készített próbatest még ég. Minél nagyobb ez az érték, annál nagyobb a vizsgált anyag stabilitása. Az ISO 4589-1 és 4589-2 (2000) szabvány szerinti oxigén index meghatározásához 80 mm hosszúságú, 10x4 mm keresztmetszetű próbatestek használandók. A minta folyamatos égéséhez szükséges oxigén-térfogatarányt úgy állapítjuk meg, hogy folyamatosan növeljük az O₂-koncentrációt a gázelegyben, és amikor a 30 s-os gyújtási idő után a minta 3 percnél hosszabb ideig ég, vagy 50 mm-nél hosszabb a lángterjedés, az az oxigéntartalom a minta oxigénindexe. A vizsgálatokhoz szükség van oxigén és nitrogén gázpalackokra, illetve egy szabályozóállomásra (3. ábra), amelyen manométerekkel állítható adott palackból érkező gázmennyiség. Azon anyagok, amelyek OI < 21 értékkel jellemezhetők, légköri körülmények között könnyen meggyújthatók, majd folyamatos égést mutatnak. A minta égéssel szembeni ellenállóképessége annál nagyobb, minél nagyobb az oxigénindexe. A polimerek oxigénindexe égésgátlószerekkel növelhető.



3. ábra: Oxigén index meghatározáshoz használt berendezés, amelynél az üvegcsőben áramló gázelegy összetétele szabályozható, a benne elhelyezett minta éghetősége állandósult állapotban mérhető

2.2.3 Tömegcsökkenésen alapuló kónikus kalorimetriai vizsgálatok

A vizsgálat az égés komplex jellemzőinek meghatározására szolgál. Tüzesetekhez hasonló körülmények között vizsgálható a spontán, vagy szikrával meggyújtott minta gyulladásához szükséges idő, a minta kibocsátott hőmennyisége és tömegvesztése. A vizsgálati módszer részletes leírását az ISO 13927:2015 szabvány tartalmazza, amely meghatározza a vizsgálandó minta befoglaló méreteit (szélesség, vastagság) és az alkalmazott gyújtási paramétereket (pl. hőfluxus). A vizsgálatokból az alábbi, 4. ábrához hasonló görbék nyerhetők, amelyekről leolvasható a mért meggyulladás idő (time to ignition, TTI) mellett a teljes hőkibocsátás (görbe alatti terület) (total heat release rate, THR), a hőkibocsátási maximum (peak of heat release rate, pHRR) és a hozzá tartozó idő. A 4. ábra alapján például megállapítható, hogy ammónium-polifoszfát (APP) égésgátló hatására lecsökken a vizsgált epoxigyanta teljes hőkibocsátása és maximális hőkibocsátása. Időben eltolódott a meggyulladás, ami egy tüzeset esetén hosszabb menekülési időt jelent, továbbá a hőkibocsátás maximuma is később jelentkezett.



4. ábra: Referencia és APP-vel égésgátolt, különböző foszfor (P)-tartalmú epoxigyanta minták hő kibocsátása

3. A mérés során felhasznált alapanyagok, eszközök

A vizsgálatokhoz különböző intenzitással égő, hőre lágyuló és térhálós polimer próbatesteket használunk. Minden polimer esetén összehasonlítjuk az égésgátoló nélküli, referencia és az égésgátolt polimer éghetőségét.

Felhasznált anyagok:

Polipropilén:

Megnevezés: PP

Fő komponens: alacsony molekulatömegű, szűk molekulatömeg eloszlású homopolimer polipropilén típus

Gyártó/forgalmazó: MOL Petrolkémia

Márkanév: Tipplen H 145 F

Folyásindex (MFR) (230 °C /2,16 kg): 29 g/10 perc

Epoxygyanta komponens:

Megnevezés: PER

Fő komponens: pentaeritrit tetraglicidil étere

Gyártó/forgalmazó: IPOX Chemicals Ltd.

Márkanév: IPOX MR3016

Viszkozitás (25 °C): 850-1200 mPas

Epoxi ekvivalens: 156-170 g/eq

Sűrűség (25°C): 1,24 g/cm³

Megjelenés: sárgás színű, áttetsző folyadék

Térhálósító:

Megnevezés: T58

Fő komponens: 3,3'-dimetil-4,4'-diaminociklohexilmetán

Gyártó/forgalmazó: IPOX Chemicals Ltd.

Márkanév: IPOX MH3122

Viszkozitás (25 °C): 80-120 mPas

Amin-hidrogén ekvivalens: 60 g/eq

Megjelenés: színtelen folyadék

Égésálló szer:

Megnevezés: AP 765

Fő komponens: ammónium-polifoszfát alapú intumeszcens égésálló rendszer

Gyártó/forgalmazó: Clariant

Márkanév: Exolit AP 765

Foszfortartalom: 23-25%

Nitrogéntartalom: 18-20%

Megjelenés: fehér por

Mintaelőkészítés:

A hőre lágyuló referencia és égésgátolt próbatesteket a vizsgálathoz előzetesen elkészítettük: PP és AP765 felhasználásával 5% P-tartalmú égésgátolt polipropilén granulátumot állítottunk elő extrúzióval, majd az azt követő granulálással. Ezután mind a referencia, mind az égésgátolt PP granulátumból fröccsöntéssel állítottuk elő a próbatesteket.

A térhálós rendszereket a laboratóriumi gyakorlat során fogjuk előállítani. A következő információk birtokában számolja ki a referencia és az 5% P-tartalmú epoxigyanta minták összetételét és a bekeverendő mennyiségeket:

Az PER epoxigyanta komponens és a T58 térhálósító tömegaránya adatlap szerint 100:40.

AP 765 égésgátoló esetén számoljon 25%-os foszfor (P)-tartalommal.

Égésgátolt mintáknál először érdemes kiszámolni, hogy 5% P-tartalom eléréséhez mennyi AP 765-re van szükség 100 g minta esetén, majd a fennmaradó tömegré kiszámolni a PER és a T58 komponensek arányát, és ez alapján kiszámolni a bekeverendő mennyiséget. 3 referencia és 3 égésgátolt próbatestet fogunk önteni egy 6 fészkes szilikonszerszám felhasználásával. Egy próbatest tömege kb. 7 g, érdemes kb. 10% veszteséggel is számolni (üvegedényből történő kiöntés során).

Minták összetétele és a bekeverendő mennyiségek számítása:

PER T58 jelű referencia minta

	100 g-ra vonatkoztatva [g]	bekeverendő [g]	bekeverendő 10% veszteséggel [g]
PER			
T58			
összesen [g]	100		

PER T58 AP 765 5%P jelű égésgátolt minta

	100 g-ra vonatkoztatva [g]	bekeverendő [g]	bekeverendő 10% veszteséggel [g]
PER			
T58			
AP 765			
összesen [g]	100		

Bekeverésnél először a megfelelő mennyiségű epoxigyanta komponenst mérjük ki, majd ebben keverjük el az égésgátlót. A térhálósítót a legvégén adjuk hozzá, mert onnantól beindul a térhálósodási reakció, és a fazékidő letelte után a gyantával már nem tudunk dolgozni.

A mintákat egy órán keresztül 80 °C-on térhálósítjuk szárítószekrényben.

A vizsgálatokhoz Bunsen-égőt, pamut vattát használunk.

A vizsgálatok során UL-94 szabvány szerint értékeljük ki a minták éghetőségét, amelyhez a jegyzőkönyv a mellékletben található. Vízszintes éghetőségi vizsgálatoknál, amennyiben a minta az égése során elérte az első vizsgálati jelet, akkor számolja ki a lángterjedési sebességet, és tüntesse fel a megjegyzéseknél a mellékletben.

4. A témához kapcsolódó fontosabb szavak magyarul és angolul

Angolul	Magyarul
afterflame	utóégés gyújtó elvétel után
burning rate	lángterjedési sebesség
combustion	égés
dripping	csöpögés
flame	láng
flame retardant	égésgátló
flammability	éghetőség
heat release rate	hőkibocsátás
ignition time	gyújtási idő
LOI (limiting oxygen index)	oxigénindex
time to ignition	meggyulladás idő

