



A tűzoltó védőruházatok főbb jellemzői

* * *

Küzdelem a lángokkal Kaliforniában

összeállította:
Kutasi Csaba

2025. január

I. A tűzoltó védőruházatok főbb jellemzői

1. Éghetőségi jellemzők, jellegzetes kelmevizsgálatok

Éghetőségi jellemzők

- **éghetőségi jellemzők meghatározása:**

- **gyulladási hőmérséklet, lángterjedési mérték, égéstermék jellemzők** (füstsűrűség, füst hőmérséklet)

- a **határ oxigén index (LOI→Limiting Oxygen Index)** az **oxigénnek** azt a **minimális százalékát** fejezi ki, amely fenntartja a **szál égését légköri nyomáson**

- a **pamut oxigén-indexe 18 %**, ezért **rendkívül tűzveszélyes**

- a **poliészter FR LOI értéke 28 %**, légköri nyomáson **nem ég**

- a **metaaramid LOI értéke 28-31 %**, légköri nyomáson **nem ég**

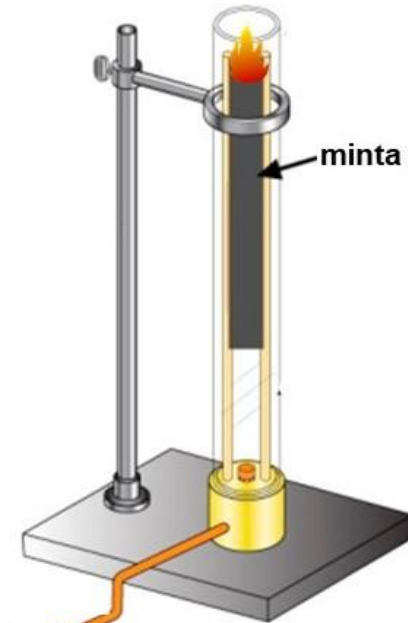
- az **oxidált szál 40-**, a **szénszál csak 90 térfogat-százalék oxigént** tartalmazó gázelegyben **tud égni**

oxigén-index meghatározás

- a textil mintát függőlegesen egy **üveghengerbe** helyezik, majd a **felső szélénél meggyújtják**

- a henger aljáról lassú **oxigén/nitrogén** keveréket táplálnak az égő láng támogatására

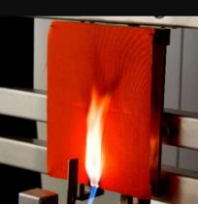
- az **oxigén koncentrációja** **lassan csökken**, amíg a minta abbahagyja az égést



oxigén/nitrogén →

Főbb textilvizsgálati lehetőségek kelmevágatokon, védőkesztyűn

- **égési viselkedés:** után-lángolási időtartam (s), után-izzási időtartam (s);
→ pl. **védőkesztyűnél** 1-4 teljesítményszint (után-lángolási időtartam 20-2 s); 2-4 teljesítményszint (után-izzási időtartam 120-5 s); **olvadécsepegés nem lehet, varrat nem válhat szét**



- **kontakt-hő:** anyagok teljesítménye magas érintkezési hőmérséklettel szemben;
→ **mennyi idő alatt emelkedik 10 °C-szal az anyaghőmérséklet;** pl. **védőkesztyűnél** 1-4 teljesítményszint (100-500 °C, 15 s küszöbidő)



- **láng általi hőátadás:** adott °C-ra emelés ideje (s);
→ **konvektív hő: 24 °C-szal történő hőmérséklet emelés,** pl. **védőkesztyűnél** 1-4 teljesítményszint (4-18 s)

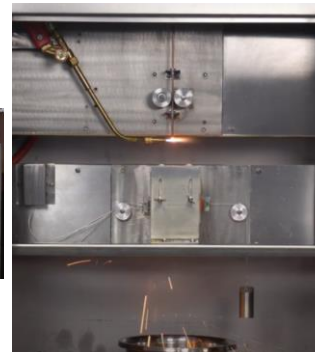


- **sugárzó hő hatása;** 20 kW/m² hőáramsűrűségnél hőátadási index
→ pl. **védőkesztyűnél** 1-4 teljesítményszint (5-150 s)



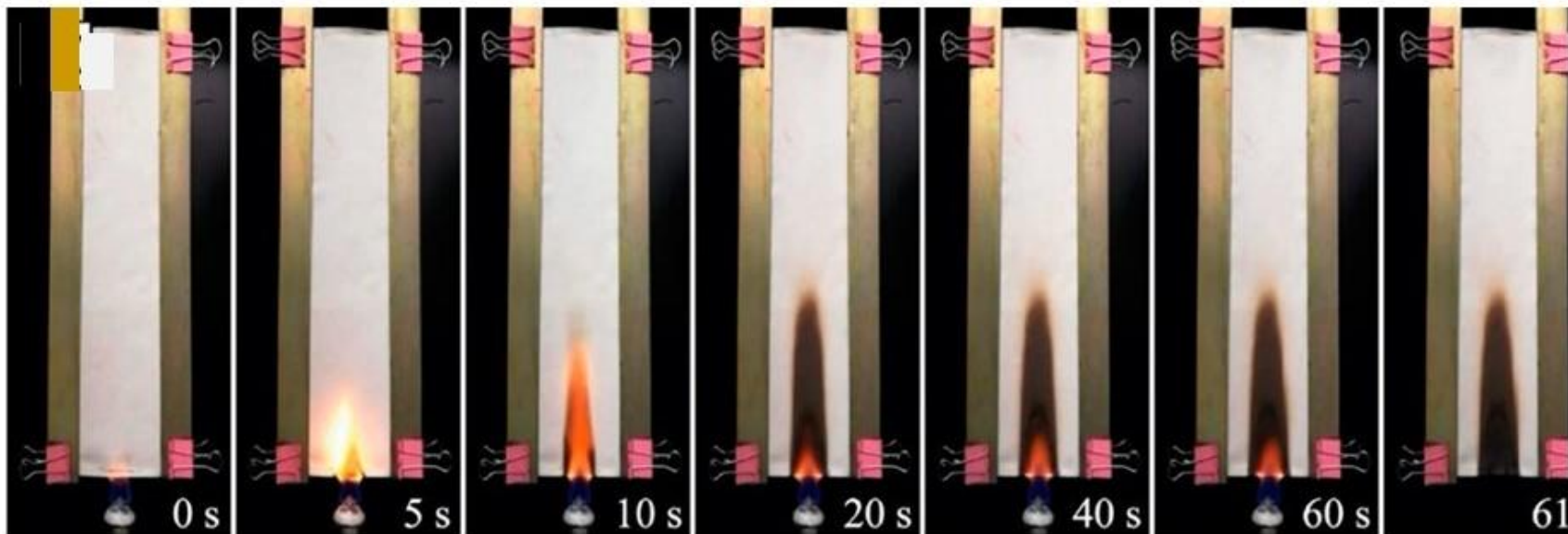
speciális védelem

- **olvadt fém** elleni védelem: 40 °C hőmérséklet-növekedést okozó cseppek száma;
→ 1-4 teljesítményszint (5-35 cseppszám)
- **nagy mennyiségű olvadt fém** elleni védelem: az emberi bőrt modellező PVC fólián ne legyen elválkozás vasolvadék esetén; → 1-4 teljesítményszint (30-200 g csepp)



Lángterjedési vizsgálat

- a **lángterjedést**, pl. úgy vizsgálják, hogy a **textilanyagból** kivett, **függőleges helyzetű mintára** (kisimított felületű, ill. élbehajtott) alul **45 °-ban ráirányítanak** egy **speciális lángot** (előírt minőségű és nyomású gáz, speciális kisfejű mikroégő)
- ettől a láng **hatásvonali helytől egymás fölött 18-18 cm-re** egy-egy **gyúlékony pamutcérnát** feszítettek ki előzőleg (ezek egy jeladóval vannak kapcsolatban)
- ha gyúlékony az anyag, úgy a **lángterjedés folyamatosan** bekövetkezik, a **cérnák is egymás után elégnek** a lángcsúcs érintésekor és jelzik a **meggyulladásukig eltelt vizsgálati időtartamot**
- a **lángolásgátló** textilanyagok a **lassú izzással akadályozzák** a tűz terjedését, így értelemszerűen a **jelzőcérnák az adott időintervallumon belül nem égnek el**

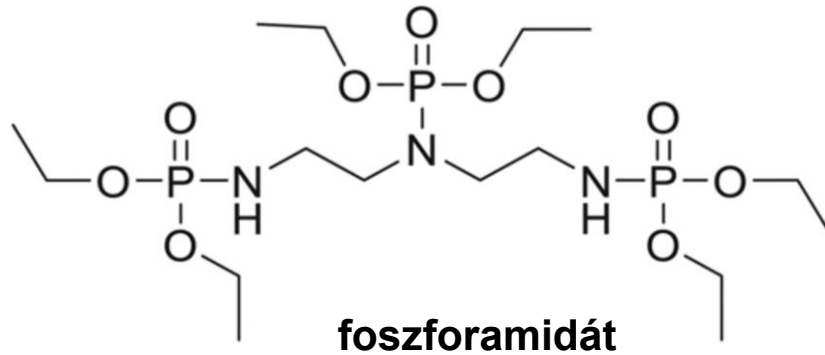


függőleges lángterjedési vizsgálat

2. A tűzoltó védőruházatok jellegzetes szálanyagai és textilfelületei, összetett szerkezetek

Cellulózalapú regenerált FR szálak

- a lángálló szálakat FR (flame-retardant) jelzéssel látják el
- pl. a viszkóz előállítása során alkalmas szerves foszfortartalmú, vízben elődiszpergált hozzáadatot adagolnak a képzett cellulóz-xantogenátba



- a lángmentesítőszer nem rontja FR viszkóz mechanikai és technológiai tulajdonságait



viszkózszál előállítás



cellulózalapok

alkalizálás

előérlelés

xantogenálás

szénkéneg
 CS_2

oldás

nátrium-hidroxid
 $NaOH$

utóérlelés

szálképzés

kénsav
 H_2SO_4

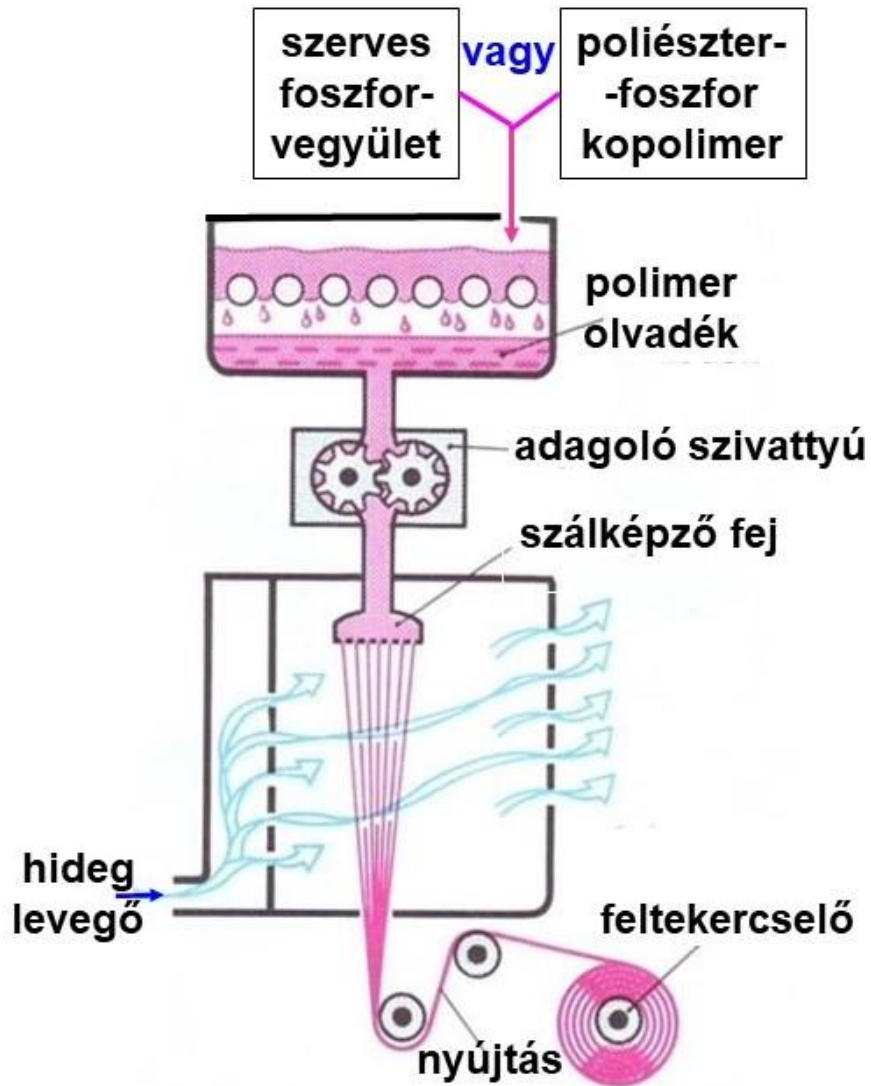
kéntelenítés

mosás
fehérítés
aviválás
szárítás

viszkóz szál



Poliészter FR szálak



az alifás poliészterszál előállítása

- a Hoechst fejlesztésű **Trevira CS** (comfort safety → komfort, biztonság) szál poliészter és **lángmentesítő foszforvegyület** keverékéből készül



- a **LOI** érték **28 %-os**

- **láng** hatására **nem képződik** másodlagos tüzet okozó **olvadécsepp** ill. **égő törmelék**

- főleg **HT körülmények** között **jól színezhető**

- a japán Toyobo cég **poliészter-polimer** és **lángmentesítő foszforvegyület** kopolimerizációjából fejlesztett ki FR szálát

- a **Vectran aromás kopoliészter** szál; termotróp LCP (Liquid Crystalline Polimer → folyadékkristály polimer)

- a **LOI** érték **35 %-os**

Poliakril-alapú FR szálak

- a lángálló akrilszál szál **30-70 tömeg%-a akrilnitril, 70-30 tömeg%-a halogéntartalmú vinil monomert és 0-10 tömeg% vinil-monomert tartalmazó kopolimerből készül**
- a komponensek **szervetlen ónvegyületet** tartalmaznak, amelynek átlagosan **50-100 nm-ig** terjedő szemcseméretben vannak jelen a szálban, kb. **0,1-8 tömeg%** mennyiségben
- a **halogéntartalmú vinil-monomer** és a **vinil monomer kopolimerizálható vizes rendszerben történő polimerizációig**, majd a **polimert** a vegyülettel vagy annak reakciótermékével együtt **elválasztják** a vizes rendszertől, tisztítás után a terméket **összekeverik** a polimer **oldószerével**
- a **LOI érték** típustól függően **29-32%**
- az **égésgátló** és **antisztatikus** szövet **akrilból** és **gyapjúból** készül, **kiváló védelmet** nyújt a **tűz és hő** ellen, miközben **megakadályozza** a **statikus feltöltődést** olyan környezetben, ahol **statikus elektromosság** léphet fel, pl. bizonyos **ipari környezetben** ez **veszélyes** lehet

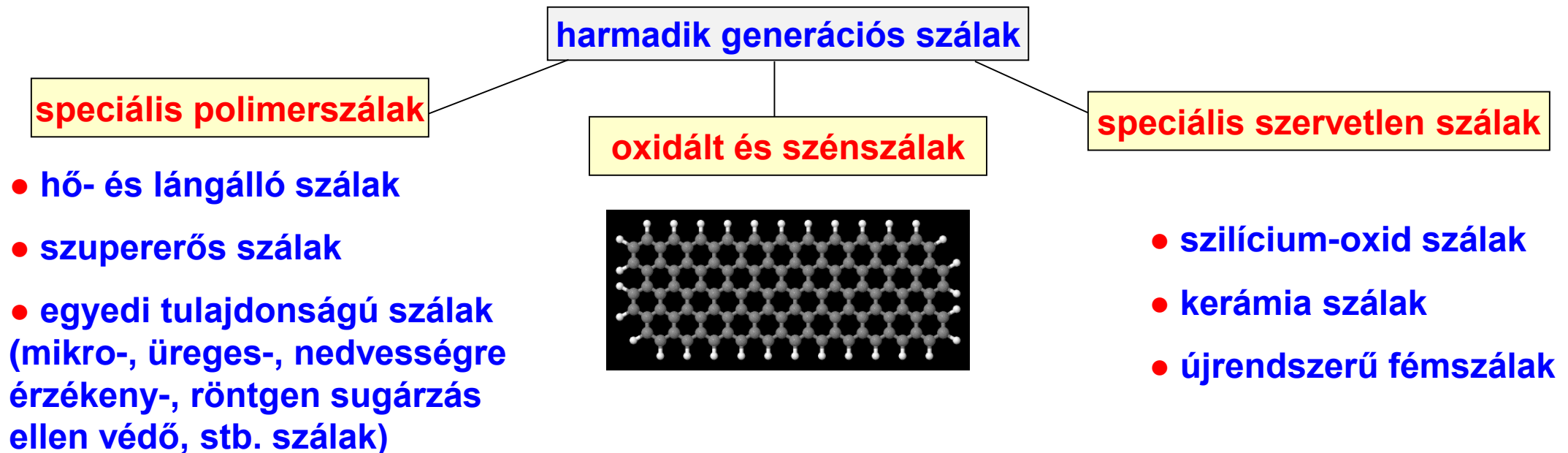


A harmadik-generációs szálanyagok jellemzői

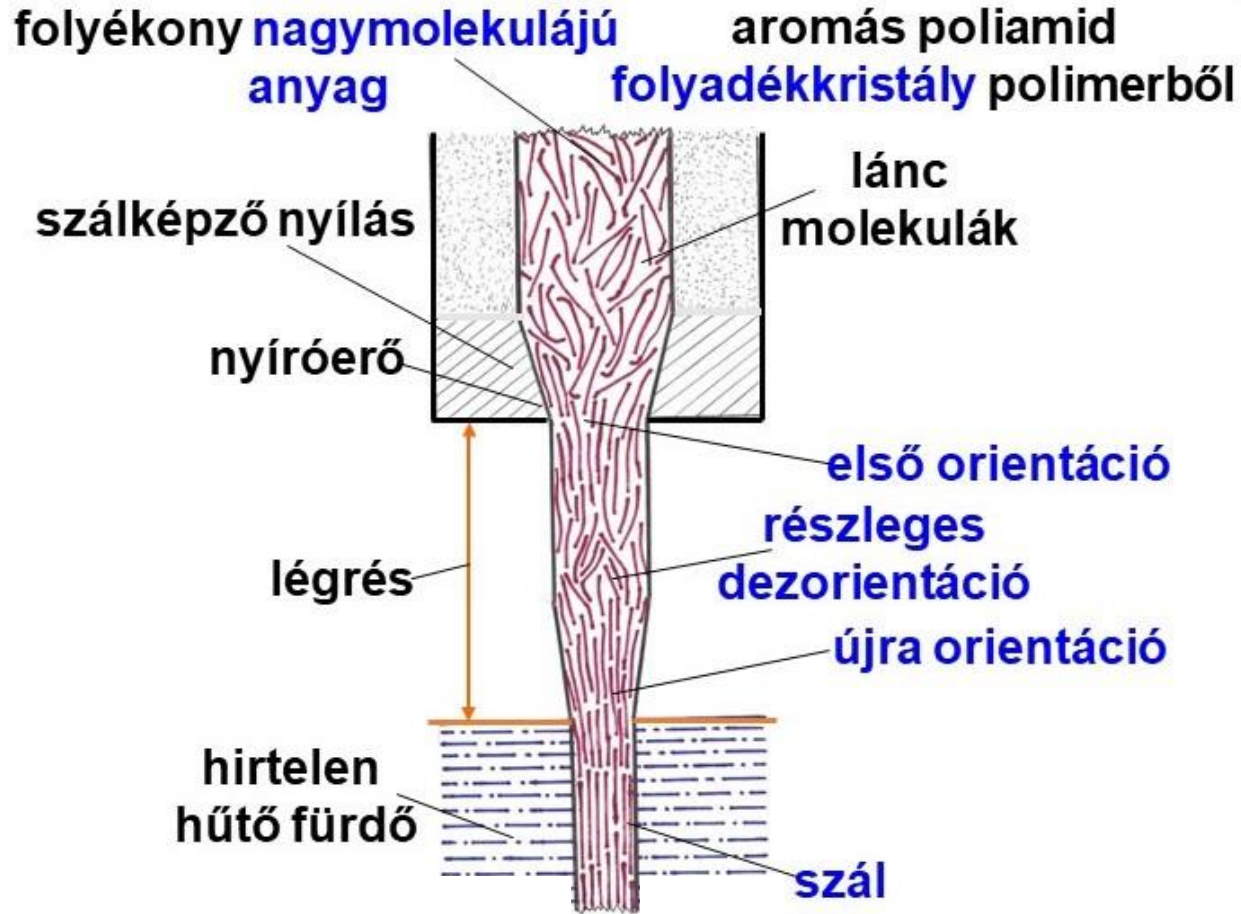
nagyteljesítményű szálak, speciális- szuper szálak (**high performance fibers**)

jellegzetes szálszerkezeti jellemzők:

- **fibrilláris** szerkezet: egydimenziós anizotróp (a tér minden irányában nem azonos tulajdonságú), pl. **aramid-**, hagyományos szintetikus szálak; azbeszt
- **két-dimenziós** (réteg struktúrák), pl. **szén-szálak**
- **három-dimenziós** szerkezetek: **izotróp** tulajdonságú, főként szervesetlen - **szilícium-oxid**, **kerámia-**, stb. -szálak



Példa a harmadik-generációs szálanyagok előállítására



a szál belső szerkezetében a **lánckmolekulák**
a **száltengely irányában orientáltak** helyezkednek el

A szálanyagokat felépítő molekulák viselkedése

pl. alifás poliamid



a hagyományos polimerek molekulái
a kötéstengely körül elfordulhatnak
(az összehajtogatódás miatt nem érhető el
nagyfokú orientáció) → rugalmasság,
kisebb szilárdság, **nincs nagy hőtűrés**

hajtogatott
láncmolekulák,
nem képesek a
száltengely
irányába teljesen
orientálódni

pl. alifás poliamid

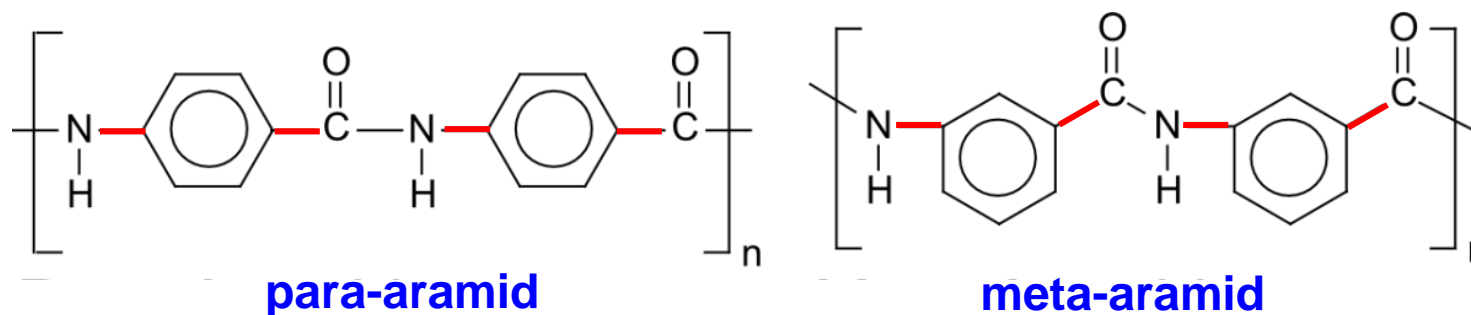


a láncmolekulák merevsége nő, ha alifás,
vagy aromás szegmensek fordulnak elő
→ nagy szilárdság, **magas hőmérsékleten**
is **megőrzött fizikai** tulajdonságok

merev,
pálcikaszerű
láncmolekulák,
a száltengely
irányába teljesen
orientálódnak

Az aromás-poliamid szálak

- a molekulaláncok merevségének növelésére **aromás karakterű gyűrűkkel** helyettesítik a polimetilén szegemenseket
- a hagyományos **olvadék szálképzéssel** nem lehet előállítani, mert **nem** mutatnak **ömleszthetőségi** tulajdonságot
- speciális **polimerizációs-** ill. **polikondenzációs** eljárás **szerves oldószeres** megoldással
- **nedves szálképzési** eljárás **tömény kénsavas** oldószerrel, kis szálképzési sebességgel
- az első **para-aramid** szál a **Kevlar** volt (Fiber B); a későbbi **Nomex meta-aramid**
- **folyadék-kristályos oldatok** (LCP polimer) maximális viszkozitása a kritikus koncentrációnál érhető el
- a folyadék-kristályos oldat alkotórészei a szálképző-fej nyílásnál a **nyíróerő** hatására **orientálódnak**
- a koaguláló **légrés feletti szálképző-fej** következtében a **szálképzőanyag magasabb hőmérsékleten** tartható (nagy koncentráció, nagy szilárdság); **10-szeres nyújtás** érhető el (hagyományosnál max.: 3-szoros)



Az oxidált- és szénszálak

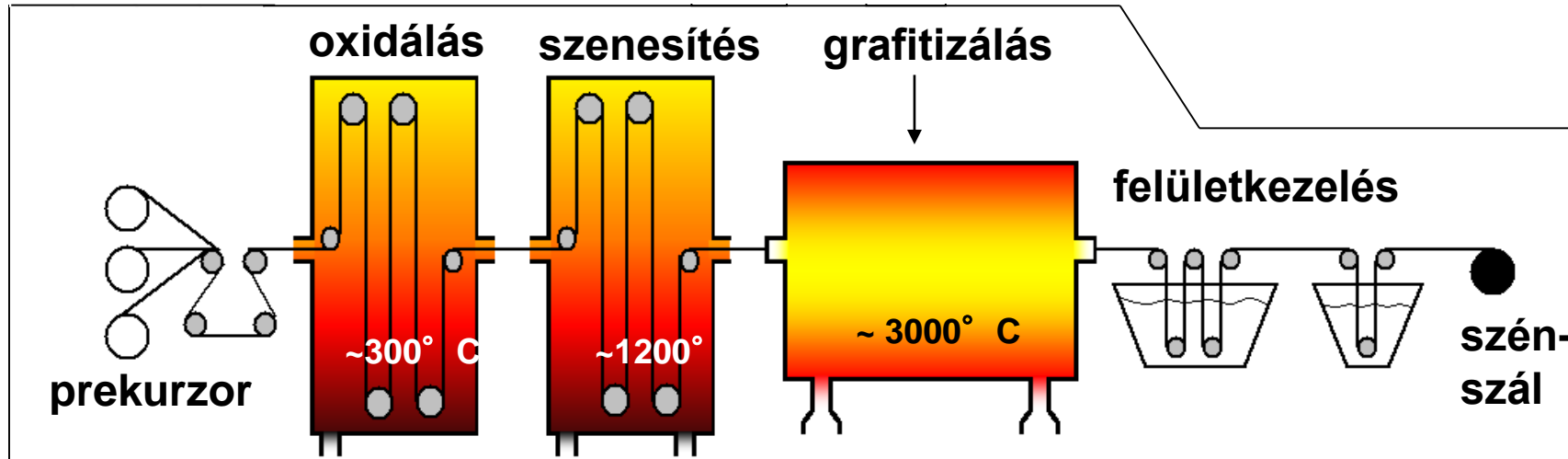
- döntően szénatomokból felépülő - **két-dimenziós** -, ún. réteg-struktúrák anyagok
- kiinduló anyaguk - **prekurzor** - számos szerves vegyület (pl. viszkóz- ill. poliakrilnitril előszál, kőszénkátrány, kőolaj-maradék, stb.), amelyekből **pirolitikus** úton történik az előállítás
- a hőkezeléses „karbonizálás” hőmérsékletétől függően **oxidált** (részlegesen-karbonizált)- ill. **grafitizált szálak** lehet előállítani
- a szénszál-gyártás során a kiinduló anyagból nedves- vagy ömlesztéses módszerrel alakítanak ki szálakat, ezután **250-300 °C-os** oxidálással **stabilizálásra** kerül sor

a nitrogén-áramban végrehajtott „szenesítés”

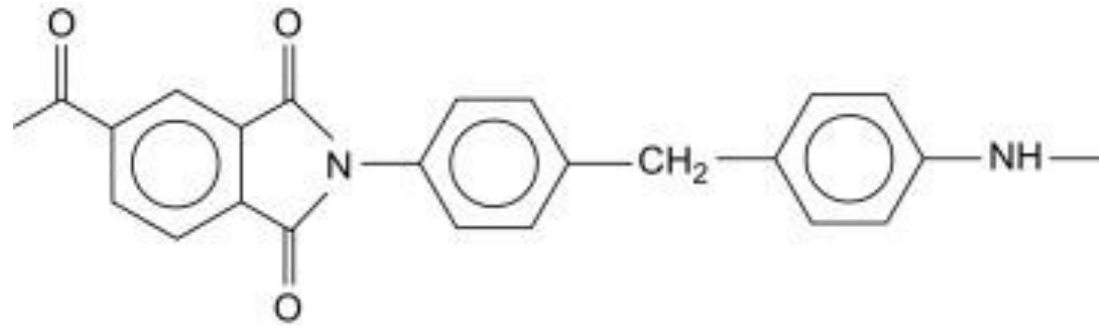
- ▶ **1.700 °C-on**, így **oxidált** - több, mint **60 % körüli** széntartalmú - **szál**,
- ▶ **2.400 °C-on** „hőkezelve” a **90 %-nál több** szenet tartalmazó „**grafitizált-szál**” készül

előnyök: szénszálnál nagy húzószilárdság (2.000- 5.000 MPa)- és magas rugalmassági modulus (200-450 GPa), rendkívül alacsony (0,7-2 %) szakadási nyúlás, éghetetlenség, nem mágneseződnek, áteresztik a röntgen-sugarakat, biológiailag ellenállóak (oxidált szál szigetelő, a szénszál elektromos vezető)

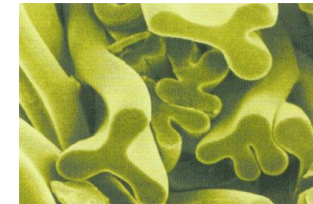
A szénszálgyártás folyamata



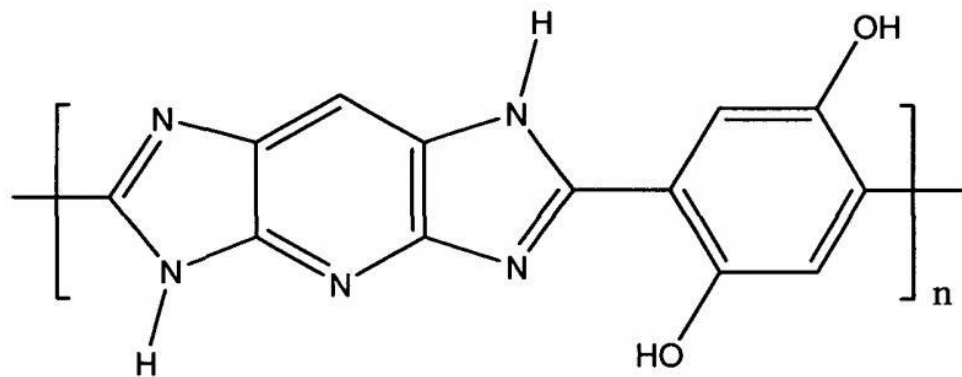
A poliamid-imid szálak



- a francia **Rhone-Poulenc** cég által kifejlesztett poliamid-imid szál **KERMEL** márkánévvel ismert
- **magas hőmérsékleten** is **megőrzi** előnyös mechanikai tulajdonságait
- **jó hőstabilitás** jellemzi (400 °C-on kezd szenesedni, nem izzik és cseppen, kevés füstöt termel)
- az **UV-sugárzásra érzékeny**, károsodik
- **vegyszerállósága jó** (savak, alkáliák /részben/, szerves oldószerek)
- **lángálló viszkózzal, gyapjúval keverve** kedvező viselési tulajdonságok érhetők el, fényállóság javul, antisztatikus hatás érhető el



A polibenzimidazol szálak



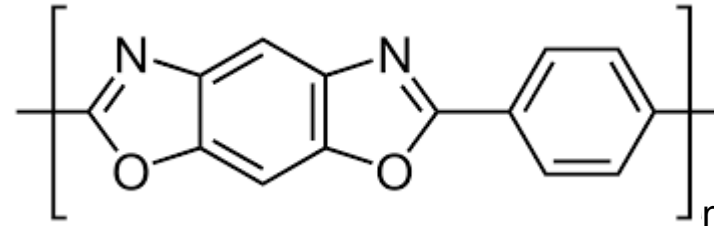
- a Celanese Research Co. (USA) fejlesztette ki a NASA-val **űrhajós ruházathoz**; saját színe „arany-barna”
- jó szilárdságú, **kiváló hő-, láng- és vegyszer-állóságú** szál (levegőben **nem ég**; **LOI érték 41 %**); magas hőmérsékleten is méret-stabil, hajlékony, nem keményedik, nem lesz törékeny
- **szabványos nedvességfelvétele 14 %** (kitűnő ruházatfiziológiai tulajdonságok)
- **sűrűsége 1,43 g/cm³, zsugorodása 600 °C-on 5-10 %**
- felhasználása **tűzoltó-ruháknál**, kohómunkások védőöltözékénél; **alumínium-bevonatú** kötött kelmékből **repülőgéptűz-oltásnál** használt komfortos **védőruházatok, kesztyűk**; azbeszthelyettesítő műszaki szövetek

pbi

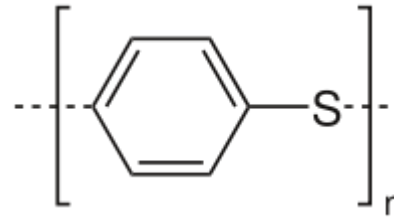


Egyéb lángálló szálanyagok

- PBO (polifenilén-benzo-oxazol) szál



- PPS (polifenilén-szulfid) szál



- műgyanta alapú szálak

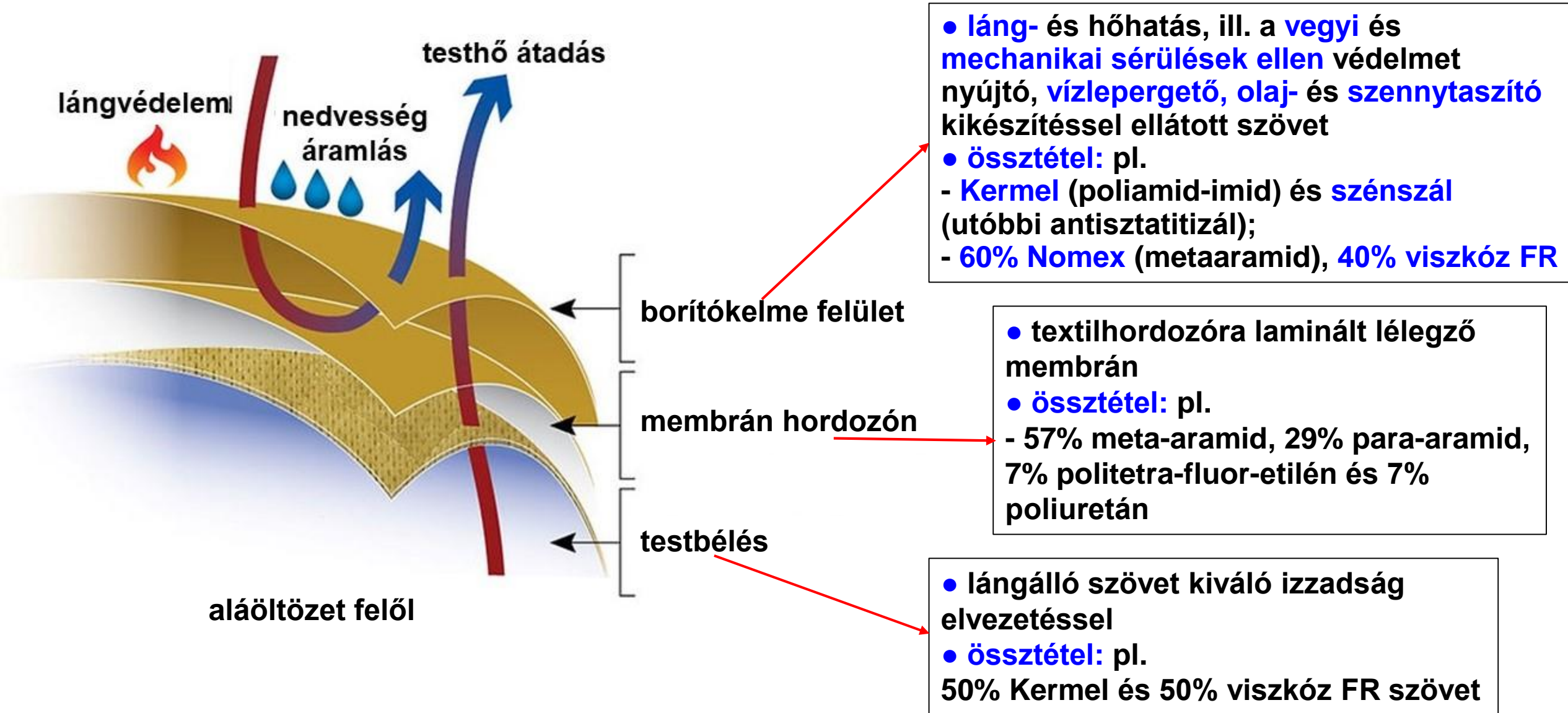
- melamin-gyanta



- fenol-formaldehid-gyanta

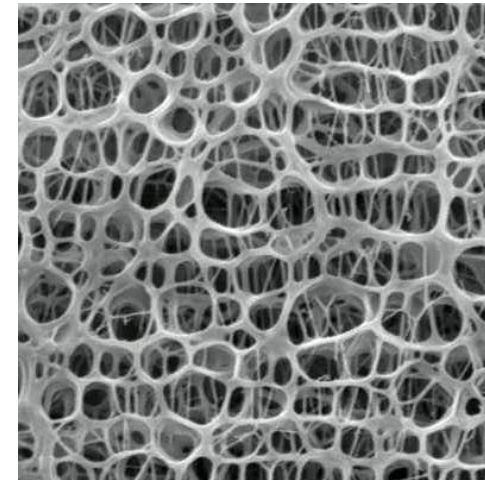
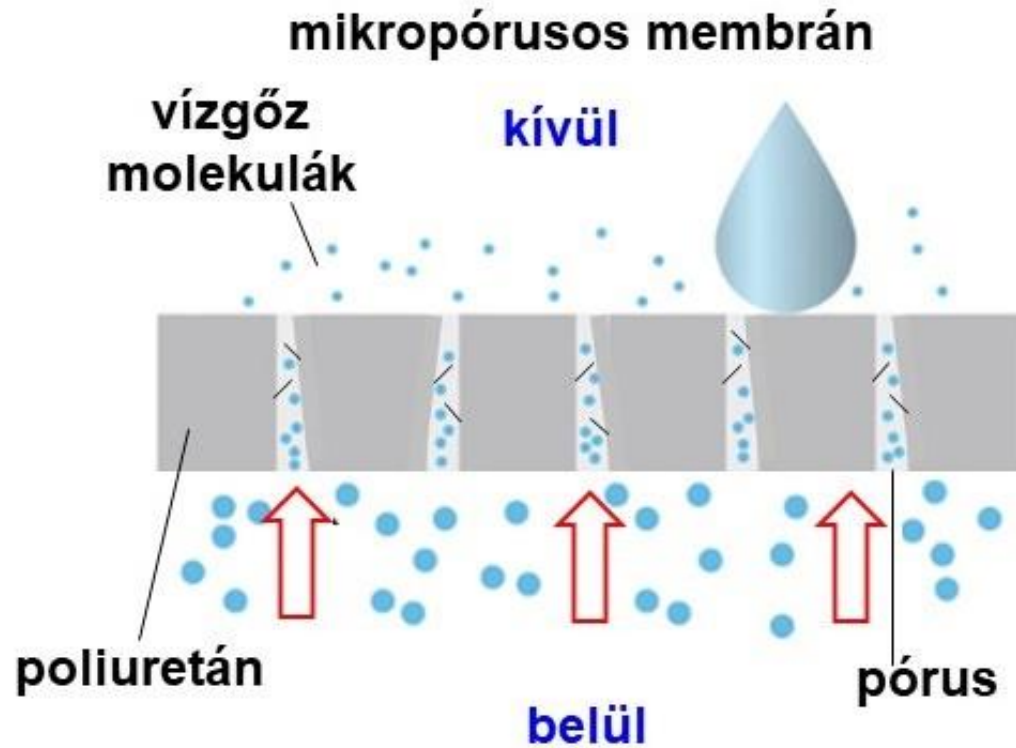


Példa egy tűzoltóruházati összetett textilszerkezetre



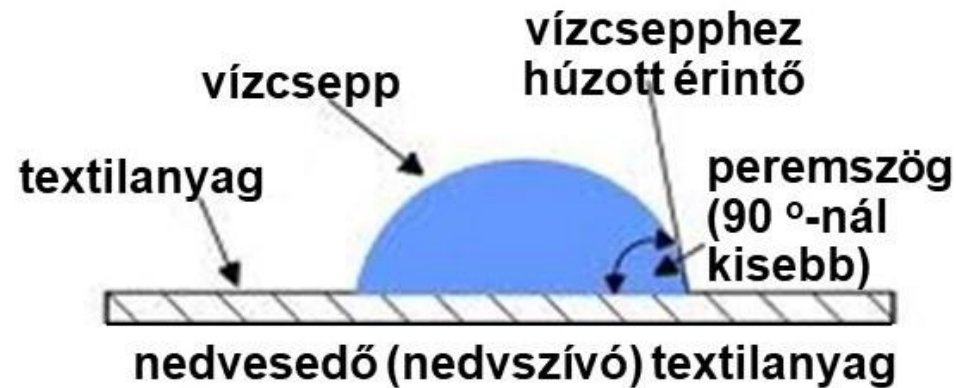
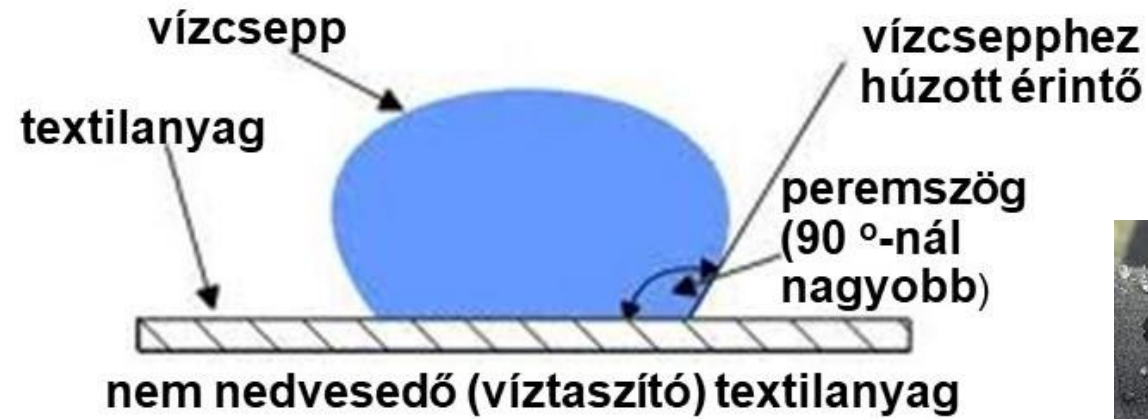
Lélegző membrán

- a különleges hártya **szelepszzerűen záródó** porányi pórusai **húszezerszer kisebbek** egy átlagos **esőcseppnél**, ugyanakkor mintegy **hét százszor nagyobbak** egy **vízgőzmolekulánál**
- a membrán **kivülről nem** engedi a **nedvesedést**, de - a test felől - **belülről biztosítja** a **vízgőz távozását**



elektronmikroszkópi
felülnézeti kép

Vízlepergető kikészítés



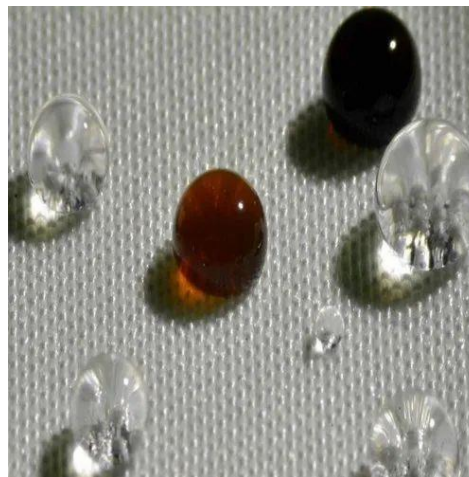
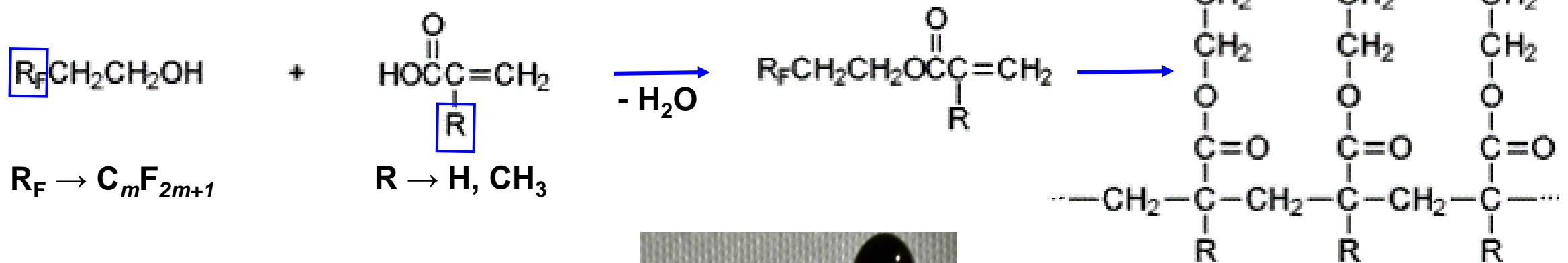
a vízcsepp nem terül szét a textílián, **legördül** a felületről

- tartós hatás pl. zsírsavas krómkomplex, alkil-izocianátokkal, kvaterner piridinium, szilícium vegyületekkel érthető el

Szennytaszító kikészítés

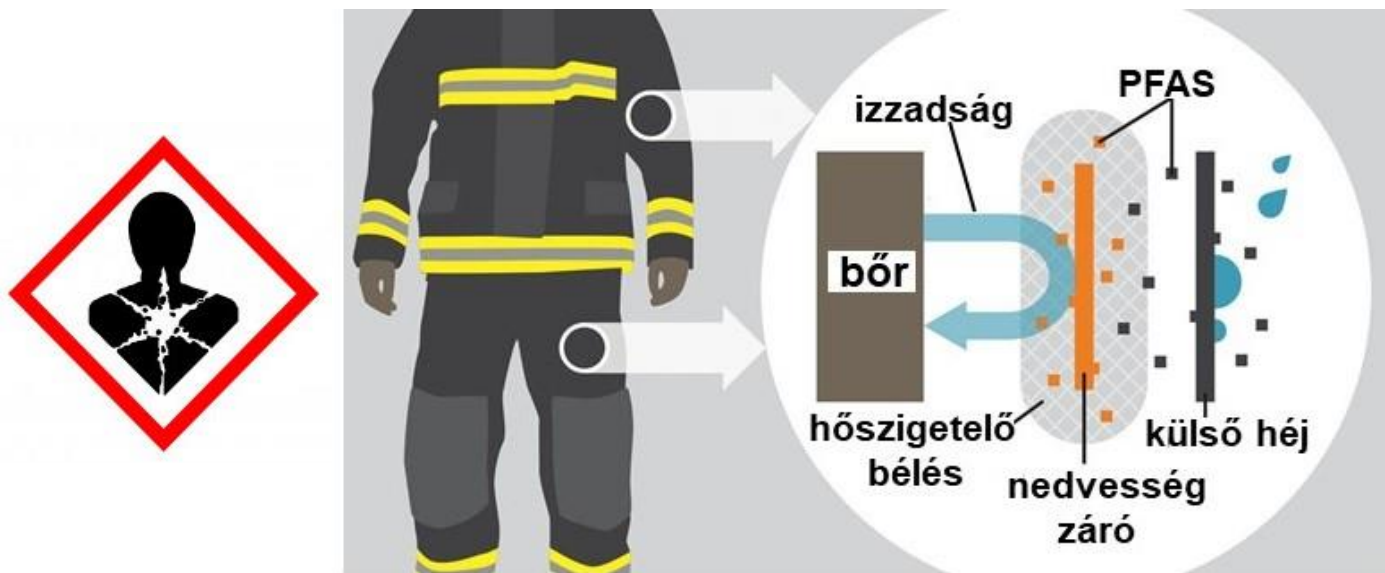
a textilia kritikus felületi feszültségét - nemcsak a vizes nedvesedés megakadályozására, hanem - az olajénál is kisebbre kell csökkenteni

- a tartós oleofób hatás olyan származékokkal érhető el, amelyeknél a perfluor-csoport a polimer oldalláncában van jelen
- pl. a szálon fejlesztett, perfluorozott zsíralkohol akrilsavas észterezésével kialakított nagymolekulájú anyag mosásálló víz- és olajtaszító hatást eredményez



Vigyázat! Rákkeltő vízzáró vegyianyag

- a három rétegű **tűzoltó védőruházatnál**, ill. főleg a **kesztyűben** és a **kámzsában** esetleg előfordulhat a **per- és polifluoralkil (PFAS)** mint **vízzáró** vegyianyag
- a potenciálisan rákot okozó **vegyület** jelentős **kibocsátása** a fokozott **kopási igénybevétel**énél tapasztalható



- általában a **körültekintő gyártók** külön jelzik, hogy a **speciális kikészítésű** védőruházati alapanyag **„PFAS-mentes”**

3. A tűzoltó védőruházatok konfekcionálási sajátosságok, vizsgálatok

A tűzoltó bevetési védőruha főbb jellemzői

- a többrétegű felsőruházati termék, **kabátból** és **nadrágból** áll, amelyek legalább **30 centiméterrel átfedik egymást**, **alapanyaguk** és **színük azonos**
- az **aramid varrócérna** magas **hőmérséklet-állósága** lehetővé teszi, hogy a tűzoltóruhák gyorsan **elszigeteljék a hőt a ruházattól**, ha magas hőmérsékletnek és **lángnak** vannak kitéve, megóvva a **tűzoltókat** a magas **hőmérsékleti károktól**
- ugyanakkor az az **aramid varrócérna égésgátlása** azt is biztosítja, hogy a tűzoltóruha égéskor **ne okozzon gyorsan problémát**, így **értékes menekülési időt** biztosít a tűzoltóknak
- **amellett, hogy javítja a védőruházat szilárdságát és kopásállóságát**, az **aramid varrócérna** magas hőmérsékletű környezetben is **biztosítja a ruházat stabilitását és megbízhatóságát**



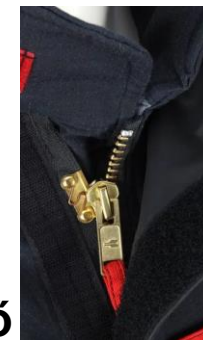
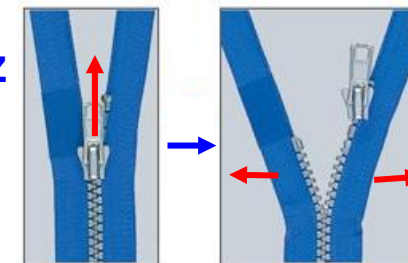
aramid varrócérna



A tűzoltó bevetési védőruha főbb jellemzői - védőkabát

Védőkabát

- magasított állógallér biztosítja a **nyak védelmét**, a gallér hátközép részén 12 centiméter magas, a nyak védelme érdekében a kabát **eleje zárását** biztosító **húzózár felső vége** és az **áll közötti területet** **takarópánt** fedi
- nyak részen **kesztyűben is kezelhető**, megerősített **kapaszkodó** a mentéshez
- **gyorskioldó húzózár** (pánikcipzár), védelmét vízzáró takarópánt biztosítja, a takarópánt teljes hosszában **tépőzárral rögzített**
- a térben **formázott könyökrész** **para-aramid** anyagból készült **folttal erősített**
- elől mindkét oldalon **vízszintes vonalú zsebfedővel** ellátott zseb van, kétoldalt **hosszú tépőzárral** záródnak; az **oldalzsebhez** a **mászóöv viselete** esetén is **szabadon** hozzá lehet **férni**; a jobb zsebfedő **alatt kesztyűtartó karika** található
- a **zsebfedőn** lévő **tépőfül** segíti a **kesztyűvel** való **nyithatóságot**
- tasakos **rádiózseb**, **tépőzárral** oldható **antennarögzítővel**, valamint **vízkiömlést** biztosító aljamegoldással; a jobb elülső mellrészen állítható **lámpatartó pánt**
- **hüvelykujj akasztóval** ellátott kézfejet takaró **lángálló kötött passzé**
- az **ujjabőség** **tépőzáras pánttal** szabályozható
- **sárga fluoreszkáló és fényvisszaverő sáv** biztosítja a **jó láthatóságot**
- kabát hátán a fényvisszaverő csíkok alatt **vízszintesen** elhelyezett, **6 centiméteres betűmagasságú** (ékezet nélküli méret), **ezüstsínű, fényvisszaverő** tulajdonságú, **„TŰZOLTÓSÁG”**, vagy **„KATASZTRÓFAVÉDELEM”** felirat

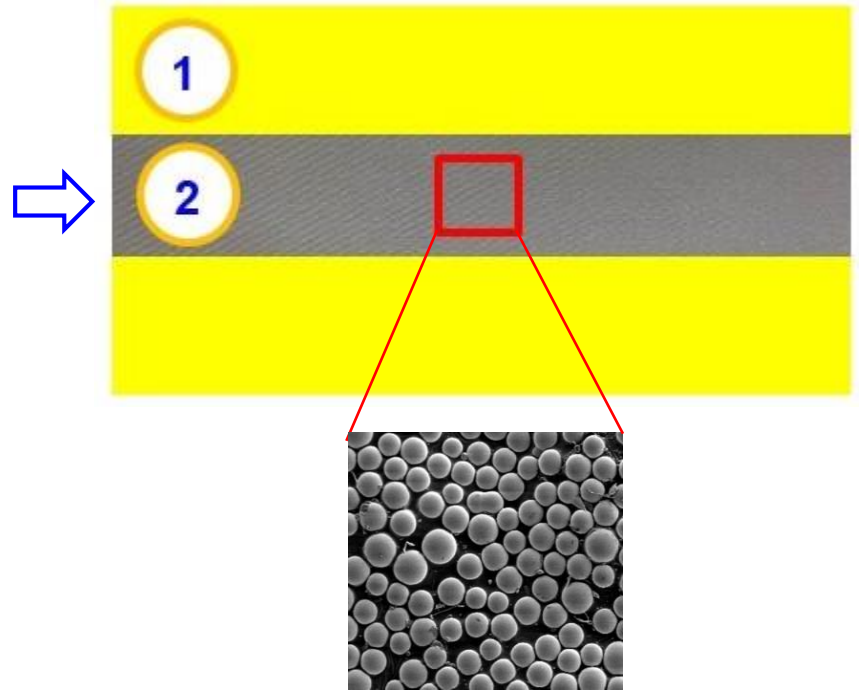
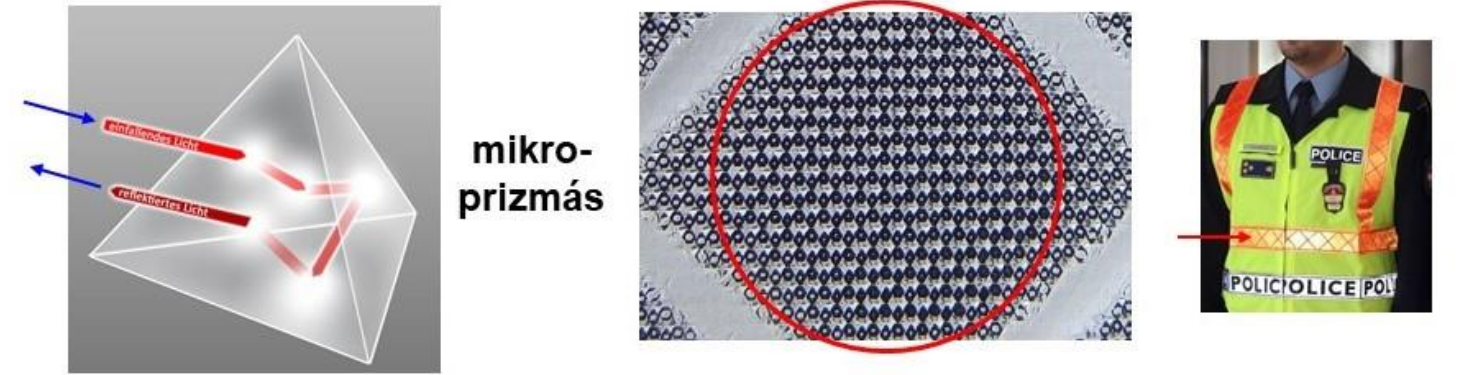
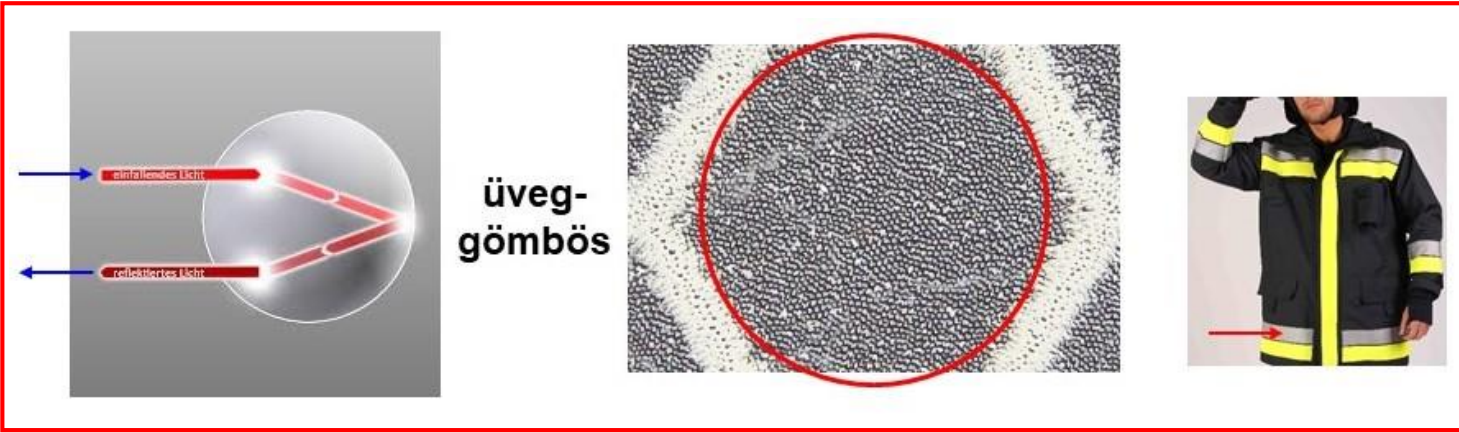


A tűzoltó bevetési védőruha főbb jellemzői – védőnadrág, egyéb

- a védőnadrág legalább 10 centiméteres derékmagasítással készül, a derékrész gumírozottan, fix bőség beállító elemmel kiegészített
- legalább 3 cm széles gumírozott nadrágtartóval ellátott, hosszúsága szabályozható, beállítás után szabadon lógó vég nincs; a nadrágtartó levehető
- a hasíték műanyag zárláncú húzózárral ill. tépőzárral kialakított, a derékpántnál erős rögzítő elemmel záródik
- mindkét oldalon tépőzárral záródó svédzsebek, legalább 20 cm-es benyúlásvonallal
- a nadrágszárak alja rugalmas záróbéléssel kialakított, ez megakadályozza az égéstermék bejutását
- a kelme főanyag kímélése érdekében a bokarészen para-aramid anyagból bokavédelmi kialakítással
- formázott térd rész, átszúrás- és vágás elleni para-aramid anyagból készült kétrétegű térdbetéttel
- a jó láthatóságot a nadrág szárán 5 cm széles, sárga fluoreszkáló sávval kombinált fényvisszaverő csík biztosítja (a szárak aljától 15 cm-re elhelyezve)
- védőkesztyű hő- és tűzvédelem mellett vágás- és szúrásbiztos; a csuklyánál hő- és tűzvédelem



Tűzoltó ruházat - jó láthatóság



1 sávolykötésű fluoreszkáló színes szövet, **hátteranyag**
2 tükrösített rétegbe ágyazott üveggömbökből álló, felhordott fényvisszaverő sáv



BTTG égetési teszt szenzoros próbabábun (120 s)



vizsgálat előtt



lángok begyűjtása



teljes lánghatás



égők eloltása



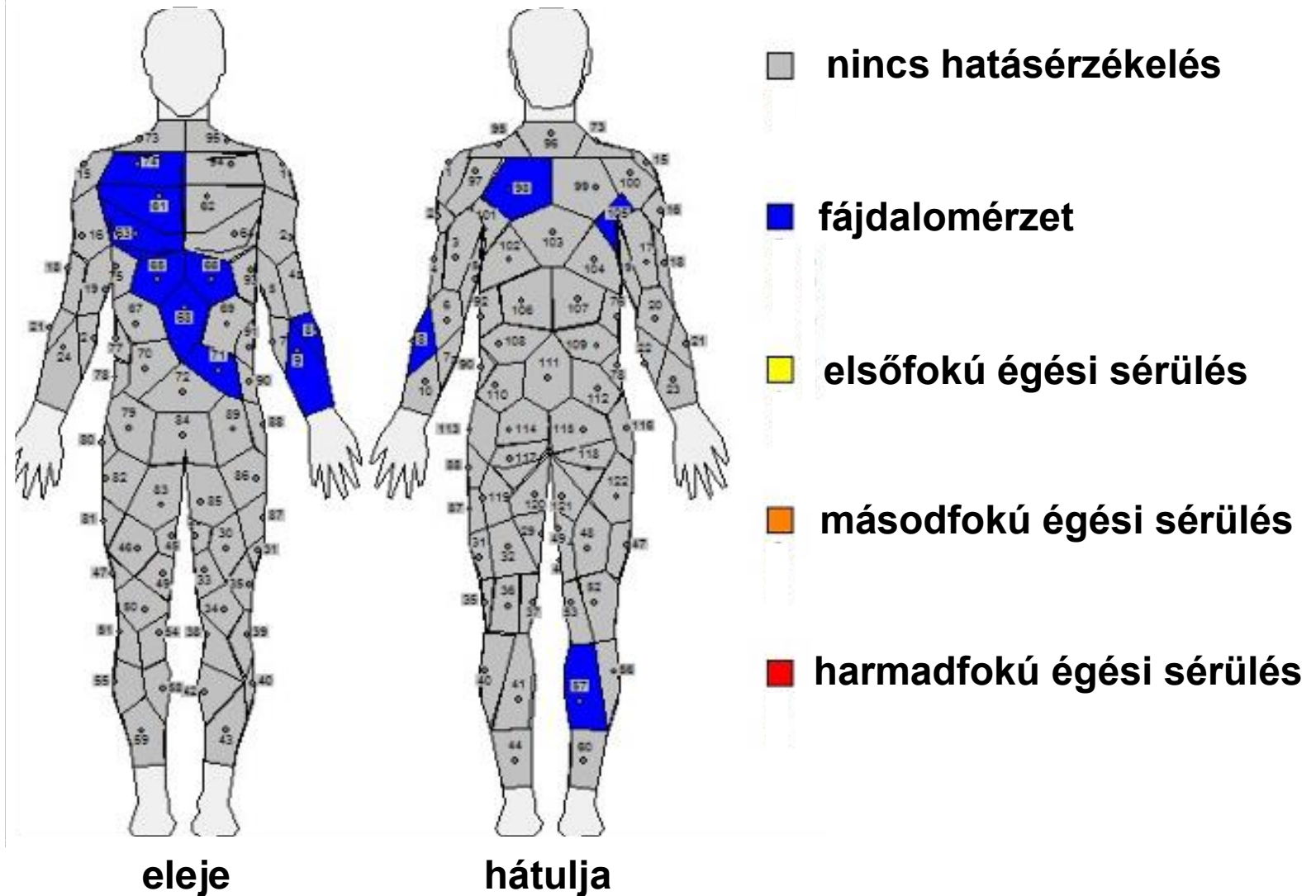
lánghatás megszűnése



vizsgálat után

Tűzoltó ruházat - BTTG égetési teszt értékelése

átlagos hőáram: $84\text{kW/m}^2 \pm 5\%$
($79,8\text{kW/m}^2 - 88,2\text{kW/m}^2$)



- a tesztadatok szerint a bábu testének mindössze 9,8%-án tapasztalható enyhe fájdalomérzet (kék szín), maradandó sérülés viszont sehol sincs; tehát a védőöltözet az égési sérülések 100%-át kiküszöbölte

Tűzoltó ruházatfiziológiai vizsgálata



- a külső héj, a nedvességzáró ill. a termikus bélés tartalmú ruhadarabjait a próbabábu teljes hőveszteségére tesztelése egy izzadó termikus próbabábutól normál működési körülmények között

Speciális védőruha repülőtéri tűzoltáshoz, mentéshez

- a védőruházat alapanyaga **vákuummal leválasztott aluminizált lángálló szövet**, amely **tükrözi** a tűz által keltett nagy **sugárzási hőterhelést**



- az ún. **ARFF** (Aircraft Rescue Firefighter Fire) **védőöltözet 260 °C-os környezeti hővédelmet** biztosít
- aluminizált **csuklya** vagy **sisakhuzat nyakvédővel**, aluminizált anyagú a **kabát** és **nadrág** párazáró szigetelt béléssel, aluminizált bélésű **kesztyű**, ill. az önálló **légzőkészülék** levegő **palackja** is így borított
- a fémezési folyamat **zárt kamrában** zajlik nagy **vákuum** alatt, ami lehetővé teszi, hogy a **folyékony fém** kondenzált fázisból **gőzfázisba** kerüljön; az **alumíniumgőz** tapadva **tartós fémbevonatot** hoz létre a **szöveten** →



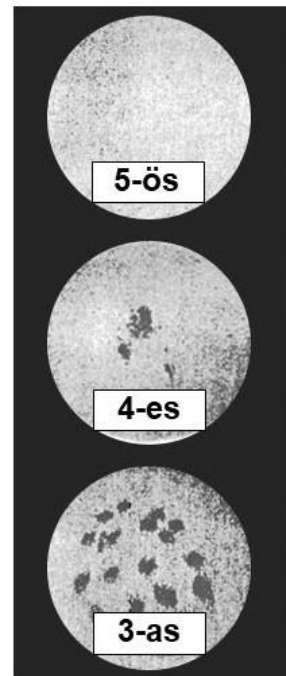
A főbb vizsgálati szabványok

- **MSZ EN 469:2007** (Védőruházat tűzoltók részére. Tűzoltási védőruházat teljesítménykövetelményei)
- **MSZ EN 13911:2004** (Védőruházat tűzoltók részére. A tűzoltók kámzsáinak követelményei és vizsgálati módszerei)
- **MSZ EN 1486:2008** (Védőruházat tűzoltók részére. Különleges tűzoltáshoz használt hővisszaverő ruházat követelményei és vizsgálati módszerei)
- **MSZ EN 367:1995** (Védőruházat. Hő és lángok elleni védelem. Vizsgálati módszer. A láng általi hőátadás meghatározása)
- **MSZ EN ISO 11612:2009** (Védőruházat. Hő és láng ellen védő ruházat)
- **MSZ EN ISO 13688:2013** (Védőruházat. Általános követelmények)
- **MSZ EN ISO 14116:2008** (Védőruházat. Hő és láng elleni védelem. Korlátozott lángterjedésű anyagok, anyagösszeállítások és ruházat)
- **MSZ EN ISO 15025:2003** (Védőruházat. Hő és láng elleni védelem. A korlátozott lángterjedés vizsgálati módszere)
- **MSZ EN ISO 20471:2013** (Jó láthatóságot biztosító ruházat. Vizsgálati módszerek és követelmények)
- **MSZ EN ISO 6942:2002** (Védőruházat. Hő és tűz elleni védelem. Vizsgálati módszer: sugárzó hőforrásnak kitett anyagok és anyag-összeállítások értékelése)
- **ISO 11613:1999** (Védőruházat tűzoltók részére. Laboratóriumi vizsgálati módszerek és teljesítménykövetelmények)
- **ISO 15384:2003** (Védőruházat tűzoltók részére. Laboratóriumi vizsgálati módszerek és teljesítménykövetelmények erdei tűzoltás esetén)
- **ISO 17493:2000** (Védőruházat. Hő és tűz elleni védelem. Sugárzó hőforrás elleni védelem)

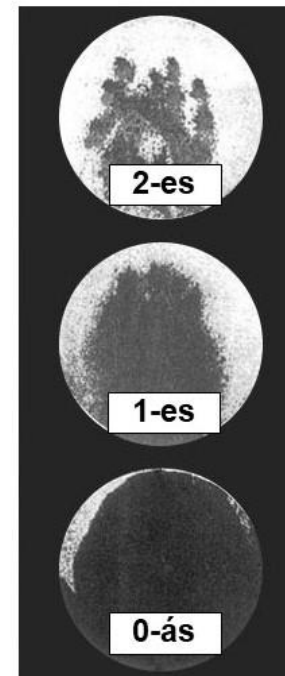
4. A tűzoltó védőruházatok használati körülményei, tisztítás

A forrázás-eredetű égési sérülések megakadályozása

- a különböző **vízbehatolások** drasztikusan **megváltoztathatják** a tűzoltó védőruházat **hőteljesítményét**
- a borítókelmében **víz jelenléte** megnöveli a **másodfokú égési időt**, így hőáramok az **forrázás eredetű égési sérüléseket** okozhatnak
- a külső anyag **impregnálási** (olaj- és szennytaszító, ill. vízlepergető tulajdonság) **hatásfoka** a **mosások hatására csökken**
- a **vízlepergető-képesség** jelentős csökkenése esetén a **textília nedvesedése** tapasztalható
- ha a védőruházat **újraimpregnálása** szükséges a **termékkészítő** javaslata szerinti nagy teljesítményű **perflourozott kikészítőanyaggal**; ajánlott impregnáló szer: pl. **TXDirect Wash** (gyártó: Nikwax), **Hydrob Easydry** (gyártó: Kreussler), csak **tájékoztató** jelleggel stb.
- a **megfelelő vízhatlanság** fenntartása **védelmi szempontból** lényeges **követelmény**, mert az **átázó ruházat nedvességtartalma magas hő hatására gőzzé** alakul, **forrázási sérülést** okozva

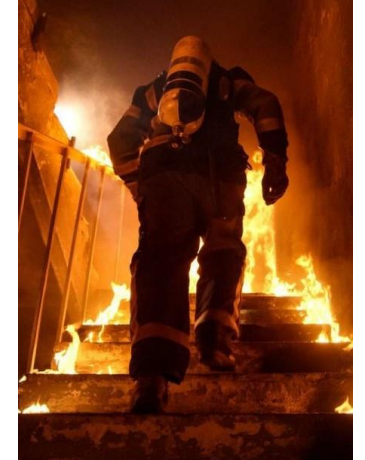


vízlepergetési
képesség
vizsgálata



Használati körülmények befolyása

- a ruházatot érő **közvetlen lánghatásra** az alapanyag **elszíneződik**
- az elszíneződés olyan **láng- és hőhatásra** következik be, amely **viselője testi épségét már veszélyeztette volna**; közvetlen **lánghatás**, ill. min. **350°C** hőmérsékletű tárgyakkal való **közvetlen érintkezés** következménye
- **barna elszíneződés** esetén a védőruha **még viselhető**, **zöld elszíneződésnél javítás, csere szükséges**
- az **enyhe fokú elszíneződésnél**, ha a kelmeanyag **puha fogású**, a ruházat **biztonsággal tovább hordható**
- amennyiben **erősebb lánghatásra** a textilanyag **megkeményedik - törékennyé** válhat, **kilyukadhat** -, **javíthatóság eldöntésére** vissza kell **küldeni a gyártóhoz**
- a **védőruhának tisztának** kell lennie a munkavégzés során, amennyiben **olajos, zsíros szennyeződés** kerül rá, azt azonnal **le kell törölni**, mert **gátolja a védőképességet**
- amennyiben a ruházatra **vegyszer** vagy **gyúlékony folyadék** (pl. olaj, benzin) **fröccsen**, azonnal **be kell szüntetni a használatát**; a használó **vonuljon vissza**, és **vegye le a ruhadarabokat**



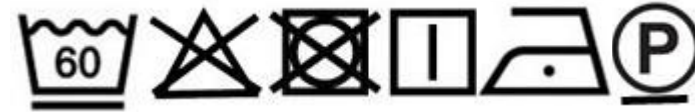


nagyüzemi mosás, vegytisztítás

- **dobtöltet:** alapjaiban ajánlott a **kapacitás 2/3-a**, a **gyűrődések elkerülésére** előmosás **kb.1:8**, fő mosás **1:10** fürdőarány
- a ruházat **más alapanyagú** ruházattal **együtt nem** mosható; mosáshoz **folyékony**, szintetikus szálanyagú termékre alkalmas **mosószernek** használata ajánlott
- **oxidáló hatású fehérítőszer** (klóros és klórmentes), pl. háztartási **helyi foltkezelő** szer használata **tilos**, ami **kémiai fehérítőszert** (peroxid-sókat stb.) tartalmaz; a mosodában **kíméletes mosást** kell végezni **maximum 60°C-on**, **pH=8-nál lúgosabb** kémhatású **fürdő nem** alkalmazható; az **olajos/zsíros szennyezőanyag** eltávolítására **fokozott lúgosító hozzáadék** használata szigorúan **tilos**; az ipari mosószert forgalmazók által ajánlott **zsíroló hozzáadék** alkalmazható
- **három öblítési folyamat** javasolt, **lágylító hatású öblítőszer nem** alkalmazható
- **gépi szárítás alacsony hőmérsékletű** programmal, kb. **60 %-os maradéknedvesség-tartalomig** végzendő, majd **vállfázás után átgőzölést** és **meleg levegővel gyűrődésmentesítés** műveleteit kell végrehajtani
- a **jó láthatóságot biztosító sárga háttéranyag** és a **fényvisszaverő szalag nem** vasalható
- **impregnálás az olaj-, szenny-, és víztaszító képesség regenerálása** mosodában végezhető az öblítés után, előírt koncentrációban adagolt **impregnáló segédanyaggal**; majd **gépi szárítás** és **vasalás** az impregnálószer **tartósságának** biztosítására kifejlesztett eljárás szerint; a **kihúzatásos impregnálásra** alkalmas segédanyagra az **ipari mosószert forgalmazók** is adnak javaslatot
- **vegytisztítás** hivatásos tisztítóban **perklór-etilénnel**, **kíméletes programmal**, igény szerint szerves **oldószeres folteltávolító** előkezeléssel: **minden vegytisztítás** után az **impregnálást ismételni** kell

Tisztítás, kezelés (2)

háztartási mosás:



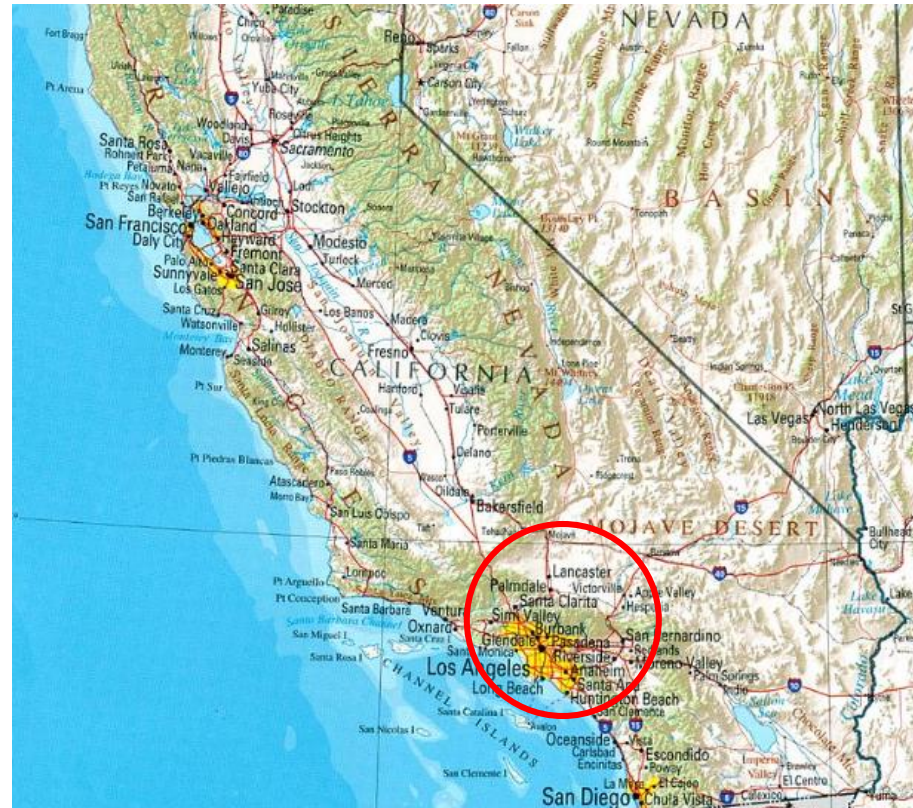
- a háztartási mosásnál **kíméletes mosást** szabad végezni, **maximum 60°C-on** (kis mechanikai terheléssel, az öblítésnél fokozatos visszahűtéssel), **kémiai fehérítőszert nem tartalmazó**, „color” jelzésű, **semleges mosószerrel**
- szárítás előtt a ruházat **alacsony fordulatszámon centrifugálható**, utána **függesztve, levegőn** szárítandó (a napon történő szárítást mellőzni kell)
- javasolt a **textilgyártásnál alkalmazott impregnálószer hatásának ellenőrzése**
- az **impregnálást háztartási mosás során nem célszerű** végrehajtani, **impregnálószer használata**; csak erre **szakosodott mosoda, hivatásos tisztító vállalkozás** részéről ajánlott
- ismét **fontos figyelmeztetés**: a **megfelelő vízhatlanság fenntartása védelmi szempontból** lényeges **követelmény**, mert az **átázó ruházat nedvességtartalma magas hő hatására gőzzé** alakul, **forrázási sérülést** okozva



II. Küzdelem a lángokkal Kaliforniában

Bevezetés

- a 2025-ös év első hetében **Los Angelesben kipattanó tűzvész** - egyes vélemények szerint - lehet az Egyesült Államok történetének **legnagyobb pusztítást okozó természeti katasztrófája**
- százezreknek kellett **elhagyni otthonukat**, sokezer **épület semmisült meg** és több ember életét vesztette
- a **szeles időjárás**, a fel-fellépő **oltóvízhiány** nehéz feladat elé állította a **hősies küzdelmet folytató lánglovagokat**
- a **légi tűzoltó egységek** által használt **vegyianyagok** kerültek az előtérbe



A helyi körülmények, oltási lehetőségek

- Los Angeles klímája mediterrán - ami együtt a jár dús vegetációval -, a keménylombú erdő (fafajainak levelében sok a szilárdító szövet) honos a területen
- láng hatására 105 °C-ig melegszik a fa, miközben vízgőz és más könnyen bomló anyagok távoznak belőle; magasabb hőmérsékleten, kb. 350-400 °C-on keletkező éghető gázok a levegő oxigénjének hatására meggyulladnak; az égésponti hőmérsékleten - 260-290 °C között - a tűz magától tovább terjed, a faanyag tartósan ég
- a meteorológiai elemek közül kiemelkedő a szél erdőtűzre gyakorolt gyorsító hatása; egyrészt csökkenti az éghető anyag nedvességtartalmát, másrészt növeli a tűz oxigénellátását
- a szélsébség növekedésével a terjedési sebesség is nő, viharos szélben a tűz intenzíven és kiszámíthatatlanul terjed; a tűz miatt kialakuló feláramlás magával ragadja a parazsat, ami tovább növeli a lángoló területeket
- a különböző foszfát- és szulfátsók tűzoltásra is használhatók, megakadályozzák a cellulóztartalmú (növényzet) anyagok égését; száraz porként vagy koncentrált folyadékként előállított hatóanyagokat a felhasználás előtt vízzel hígítják; hozzátéttként a guargumi (guarbab mézgája) és az agyag (attapulgit) sűrítőszer adagolása megakadályozza az anyag szétszóródását a levegőben
- több színben gyártják a tűzoltó vegyianyagot, pl. a vörös vas-oxidot és egy illanó keveréket tartalmazó elegy szétszóródva vörös színű, de napfény hatására fokozatosan földszínűvé halványul; a feltűnő szín a légi személyzetet segíti a retardáló cseppek megcélzásában (egyébként törtfehér színű is előfordul)
- a tűz eloltása után természetbe kiszórt foszfátvegyületek műtrágyaként is hatnak

A légi tűzoltó egységek oltóanyaga



a.) a vegyi anyagokból kiszórható folyadék készítése, b.) oltóanyag kiömlőcsatornákat a repülőgép törzsén, c.) az oltóanyag kijuttatása az égő területre

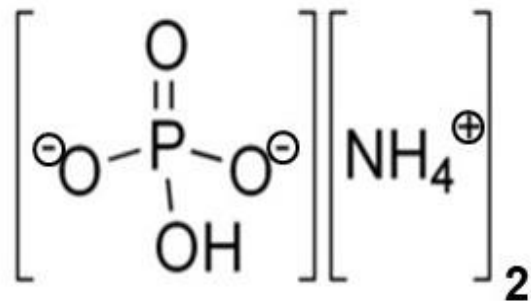
A helyi körülmények, oltási lehetőségek

- a foszfort és az **alkalmas foszforvegyületeket** már régóta hasznosítják **tűzgátlóként**
- az **égés** során a **foszforvegyületek bomlanak**, miközben a **nem éghető folyékony foszforsavból** (forráspontja 300 °C) **filmréteg** képződik a növényzeten, tereptárgyakon
- ugyanakkor a **foszforsav** (H_3PO_4) tovább **dehidratálható metafoszforsavvá** (HPO_3), ezt polimerizálva kialakul a **polimetafoszforsav** $[(\text{HPO}_3)_n]$
- így nemcsak a **foszforsav által képzett védőréteg** alakul ki, hanem az **erősen savas vegyület karbonizálja a természetes polimert** (cellulóz)
- a felületeken képződő „szénfólia” a **levegőt szigeteli**, ezzel is fokozódik az **égésgátló hatás**
- az **égéscsökkentő** képesség főként a **polimer bomlási szakaszában** érvényesül, az **éghető anyag dehidratálódásával mérséklődik** a hőbomlás során keletkező **gyúlékony gázok mennyisége**
- a kialakult **szén-filmréteg** a külső **levegőn kívül** és **hőt is szigeteli**

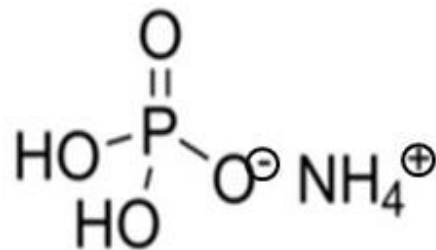


Tűzoltásra alkalmas főbb foszforvegyületek

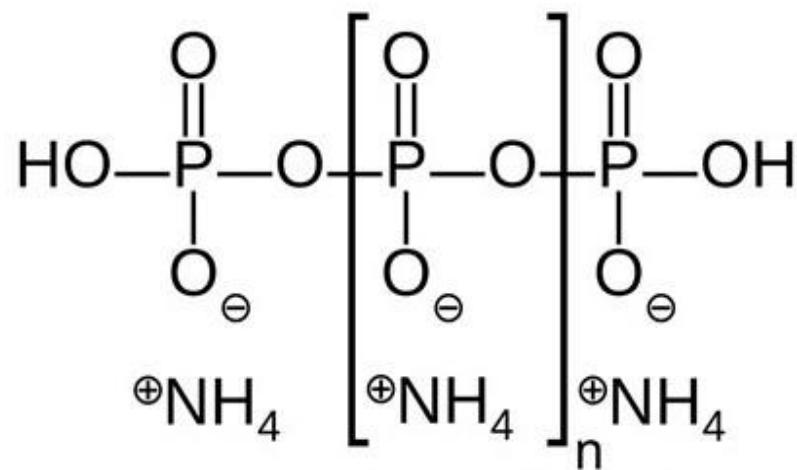
- a természetben keletkezett tűz elfojtására a foszforvegyületek közül elterjedt a **diammónium-foszfát (DAP)**, az **ammónium-polifoszfát (APP)** és a **monoammónium-foszfát (MAP)**, ill. **szulfátsók** közül a **diammónium-szulfát (AS)**



diammónium-foszfát



monoammónium-foszfát



ammónium-polifoszfát

Vízzel történő oltás helikopterrel

- a víz az egyre korszerűbb oltóanyagok között is továbbra legelterjedtebb
- a víz oltóhatása döntően abban nyilvánul meg, hogy az égő felületre jutó víz felforr és gőzzé alakul
- ennek során jelentős mennyiségű hőt von el az égő anyagtól, így azt a gyulladási hőfok alá hűti
- a hőelvonó hatás a víz porlasztásával fokozható, másrészt az oltóvíz az oxigént is elzárja az égő anyagtól



Felhasznált irodalom

- Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok, Magyar Textiltechnika 1994. évi különszáma
- <https://www.langlovagok.hu/6752/magyar-tuzoltanak-magyar-vedoruha/>
- <https://www.fiber-line.com/en/fibers/nomex-meta-aramid/>
- <https://www.interschutz.de/exhibitor/bttg-testing-certification/J281495?editor=visitorView&exhibitor=od4my6hx&tdom-loc=ryyi4q68&scene-node=99ypbfge>
- https://www.researchgate.net/figure/Outer-shell-moisture-barrier-and-thermal-liner-garments-tested-for-manikin-THL-on-a_fig26_313115169
- https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gammatech.hu/downloads/hun/datasheets/r13_kezelesi_hasznalati_tajekoztato.pdf
- Szabványok - Védőruházat tűzoltók részére tárgykörben
- Tűzoltó bevetési ruházat gyártók prospektusai
- <https://nara.getarchive.net/media/the-fire-retardant-chemical-phos-chek-is-pumped-from-two-discharge-tubes-on-4b2c85>

Köszönöm szíves figyelmüket!

kutasicsa@gmail.com