

A tűzoltó-védőruházatok főbb jellemzői

Kutasi Csaba

A katasztrófavédelmi – ezen belül a tűzoltósági szakterületi – bevetési ruházatok többretegű összetett textilszerkezetekből készülnek. A hő és láng elleni ellenállás mellett egyes felületeknél átszűrás és vágás elleni védelmet is biztosítani kell. Az extra behatásoknak ellenálló aramid-anyagú varrócérna fokozza az öltözék szilárdságát és kopásállóságát, magas hőmérsékletű környezetben is biztosítja a ruházat stabilitását és megbízhatóságát. A speciális kialakítások hozzájárulnak a kényelmes és szabad mozgáshoz. A kabátba beépített mentőheveder aktiválásával egymást segíthetik baj esetén a tűzoltók, a gyorskioldó húzózárral a mentett személy testi hozzáférhetősége hamar megoldható. Számos funkcionális kiegészítő kellék segíti a tartozékként elhelyezett eszközök rögzítését és könnyű használatba vételét. A jó láthatóságot sárga, fluoreszkáló háttéranyagból és fényvisszaverő csíkból álló sávok biztosítják.

Ebben az összeállításban az alkalmas szálanyagokkal, a jellegzetes kelmevizsgálatokkal és szenzoros próbabábún végrehatott égési teszttel, valamint a védőruházatok konfekcionálásával, ill. az egyes használati körülmények okozta változásokkal, a tisztítások és impregnálások módszerével foglalkozunk.

Az alkalmas szálanyagok

Az alapvetően mesterséges eredetű lángálló szálakat FR (flame-retardant) jelzéssel látják el, az alkalmas harmadik generációs szálanyagoknál nincs külön megjelölés (1. ábra).

A szálak **fizikai tulajdonságainak** alakulását a kémiai kötések, az orientáció és a kristályosság befolyásolja. A szerves polimerek olvadákból képzett szálak főként anizotróp szerkezetűek. A láncmolekulák teljes ki nyújtásával és száltengellyel párhuzamos elrendeződésével többek között nagy szilárdság érhető el. A **hagyományos polimerekből** előállított szálanyagokat (pl. poliamid, poliészter, polikaril-nitril stb.) felépítő óriásmolekulák láncai összehajtogatottak, fokozottan rugalmasak, kisméretűek a kristályosság, a kötéstengely körül pedig elfordulnak, így az említett optimális belső szerkezet nem érhető el.

Az **aromás poliamidok** (főként para-aramidok) me-rev, *pálcikaszerű* láncmolekulái lehetővé teszik a nyújtott konfigurációt (nem tudnak összehajtogatódni). A nagy száltengelyirányú *orientációt* kovalenskötések és az intramolekuláris hidrogénhidak biztosítják, ennek eredménye a nagy szilárdság. A parakristályos rendezettség teszi



1. ábra. A tűzoltó-védőruházatok alkalmas szálanyagai

hagyományos szintetikus szál (pl. FR is)	aromás poliamid szál	szén-szál	kerámia szál	üveg szál
szálforma	szálforma	rétegforma	izotróp	izotróp
1D- -kovalens, v. d. Waals	1D- -kovalens, hidrogénhíd, v. d. Waals	2D- -kovalens, v. d. Waals	3D- -kovalens	3D- -kovalens
kicsi kristályosság	para kristályosság	para kristályosság	poli kristályosság	amorf
kis orientáció	nagyon nagy orientáció	nagy orientáció	nincs orientáció	nincs orientáció

2. ábra. A szálanyagok szerkezeti jellemzői, tulajdonságai

lehetővé a nagy üvegesedési hőmérsékletet, ezért őrzi meg a szál magas hőmérsékleten is fizikai tulajdonságait (hőállóság).

A **szén-szálakra** a kétdimenziós kovalenskötések, a nagyfokú orientáció és parakristályosság jellemző, ez döntően nagy húzó- és nyomószilárdságot garantál. Megjegyzendő azonban, hogy az extrém mértékű orientáció a helyi plasztikus deformáció rovására megy. Ezért a nagy szilárdságú szén-szálak előállításakor nem a maximális modulusz elérését állítják be.

Az izotróp **kerámiaszálak** a kovalenskötések ellenére - az orientáció hiánya miatt - kisebb szilárdságúak.

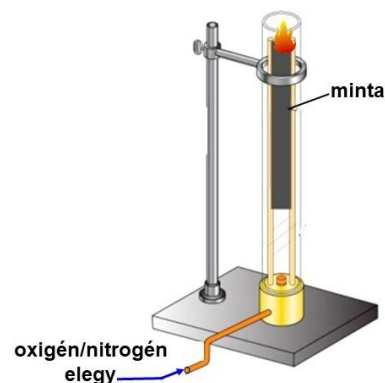
Az amorf **üvegszálak** nem orientáltak, szilárdságuk és moduluszuk kisebb, merev jellegük következtében a szerkezeti hibák csökkentő hatása is jobban érvényesül (2. ábra).

Fontos jellemző az **oxigénindex** (Limiting Oxygen Index, LOI) amely az oxigénnek azt a minimális százalékát fejezi ki, amely fenntartja a szál égését légköri nyomáson.

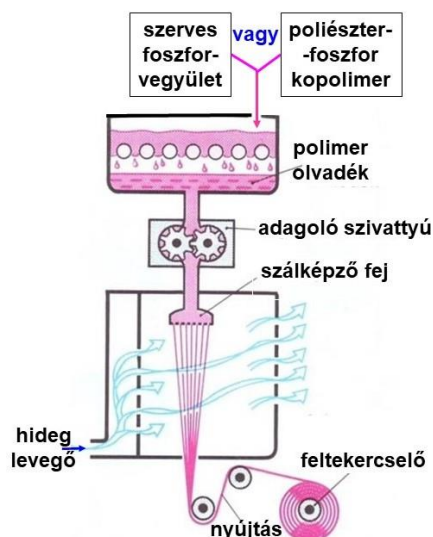
A vizsgálat során a textilmintát függőleges helyzetben üveghengerbe helyezik, majd a felső szélénél meggyújtják. Ezután a hengerbe lassan oxigén/nitrogén keveréket táplálnak az égő láng támogatására. Az oxigén koncentrációja fokozatosan csökken, majd rögzítik azt az oxigénértéket, amikor a minta abbahagyja az égést.

Pl. a pamut oxigén-indexe 18%, ezért rendkívül tűzveszélyes, a lángálló (FR) poliészter LOI értéke 28%, tehát atmoszférikus nyomáson nem ég, a metaaramid LOI értéke 28–31%, az oxidált szál esetében 40%, a szén-szál csak 90 térfogat-százalék oxigént tartalmazó gáz-elegyben tud égni (3. ábra).

További **égéshetőségi jellemzőket** is meghatározhatunk, pl. a gyulladási hőmérsékletet, a lángterjedés mértékét, az égéstermék jellemzőit (fűstsűrűség, fűsthőmérséklet).



3. ábra. Az oxigénindex meghatározása



4. ábra. A poliészter FR előállítása

(Comfort Safety, azaz kellemes viselési tulajdonságú, de biztonságos) szál poliészter és lángmentesítő foszforvegyület keverékéből készül, LOI értéke 28%. Láng hatására nem képződik másodlagos tüzet okozó olvadékcsepp vagy égő törmelék. A szál főleg HT körülmények között jól színezhető. A japán **To-yobo** cég poliészter-polimer és lángmentesítő foszforvegyület kopolimerizációjából fejlesztett ki FR szálát. A **Vectran** aromás kopoliészter szál. Termotróp LCP-ből készül (Liquid Crystalline Polimer → folyadékkristály polimer; a kristályok rendezettsége függ a hőmérséklettől), LOI értéke 35%. (4. ábra).

A **lángálló akrilszál** 30–70 tömeg%-a akrilnitril, 70–30 tömeg%-a halogéntartalmú vinil monomert és 0–10 tömeg% vinil-monomert tartalmazó *kopolimerből* készül. A komponensek szervesetlen önvegyületet 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 polimer a vegyülettel vagy annak reakciótermékével együtt elválasztják a vizes rendszertől, tisztítás után a terméket összekeverik a polimer oldószerével. A szál LOI értéke típustól függően 29–32%. Az égésgátló és antisztatikus szövet akrilból és gyapjából készül, kiváló védelmet nyújt a tűz és hő ellen, miközben megakadályozza a sztatikus feltöltődést olyan környezetben, ahol veszélyes a sztatikus elektromosság, pl. bizonyos ipari területeken.

Harmadik generációs szálak

Aromás amidszálak

Ezeknél a harmadik generációs (high-performance, azaz nagyteljesítményű) szálaknál *aromás* karakterű *gyűrűkkel* helyettesítik a polimetilén szegemenseket (5. ábra). A hagyományos olvadékos szálképzéssel nem lehet előállítani, mert nem mutatnak ömleszthetőségi tulajdonságot. Speciális polimerizációs- ill. polikondenzációs eljárás szerves oldószeres megoldással állítják elő, nedves szálképzési eljárással (tömény kénsavas oldószerrel, kis szálképzési sebességgel). Az alkalmas *folyadékkristályos* oldatok (LCP polimer) maximális viszkozitása a

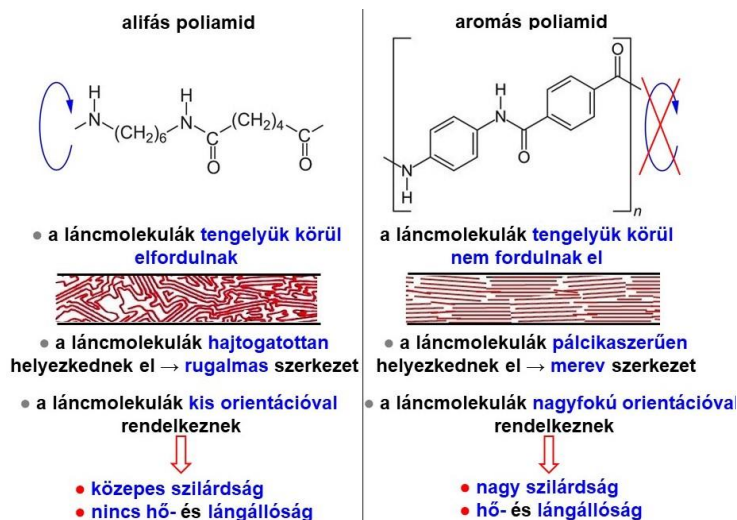
A **lángálló FR viszkóz** előállítása során alkalmas *szerves foszfortartalmú*, vízben elődiszpergált hozzátétet adagolnak a képzett cellulóz-xantogenátba, így érik el a lángállóságot. A lángmentesítőszer nem rontja az FR viszkóz mechanikai és technológiai tulajdonságait.

A Hoechst által kifejlesztett **Trevira CS**

kritikus koncentrációnál érhető el, az alkotórészek a szálképző-fej nyílásánál a nyíróerő hatására orientálódnak. A koaguláló légrés feletti szálképző-fej következtében a nagymolekulájú anyag magasabb hőmérsékleten tartható. A nagy koncentráció nagy szilárdságot biztosít, amit a 10-szeres nyújtás fokoz (az alifás poliamidnál maximum 3-szoros alkalmazható). Az első para-aramid szál a **Kevlar** volt (Fiber B), a későbbi **Nomex** meta-aramidból épül fel (6. ábra).

Egyéb lángálló szálak

Az **oxidált szálak** és **szénszálak** döntően szénatomokból felépülő - két-dimenziós -, ún. réteg-strukturás anyagok. Kiinduló anyaguk (prekursor) számos szerves vegyület (pl. viszkóz- ill. poliakrilonitril előszál, kőszénkátrány, kőolaj-maradék stb.), amelyekből pirolitikus úton történik az előállítás. A hőkezelés „karbonizálás” hőmérsékletétől függően *oxidált* (részlegesen-karbonizált) ill. *grafitizált* szálak lehet előállítani. A szénszálgártás során a kiinduló anyagból nedves vagy ömlesztéses módszerrel alakítanak ki szálakat, amit 250–300 °C-on oxidálással stabilizálnak. A nitrogénáramban 1700 °C-on végrehajtott széneseítéssel oxidált – több mint 60% körüli széntartalmú – szálát állítanak elő, 2400 °C-on hőkezelve

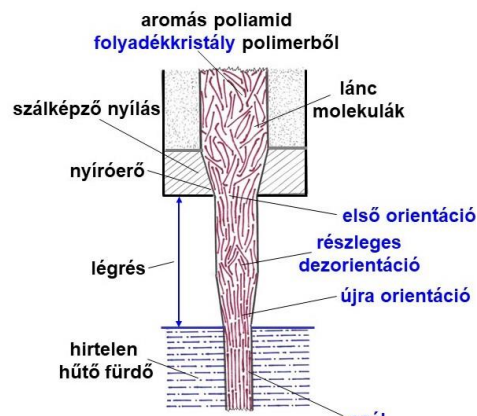


5. ábra. Az alifás- és az aromás poliamidszál összehasonlítása

a 90%-nál több szenet tartalmazó grafitizált-szál készül.

Ezekre a szálakra nagy húzószilárdság (2000–5000 MPa), és nagy rugalmassági modulus (200–450 GPa), rendkívül alacsony (0,7–2%) szakadási nyúlás jellemző. Éghetetlenek, nem mágneseződnek, áteresztik a röntgensugarakat, biológiailag ellenállóak (az oxidált szál szigetelő, a szénszál elektromosan vezető).

A **poli-amid-imid** anyagú szálakat a francia Rhone-Poulenc cég által fejlesztette ki, **Kermel** márkanévvel ismert. Jó



6. ábra. Az aromás poliamidszál előállításának elve

hőstabilitás jellemzi, 400 °C-on kezd szenesedni, nem izzik és cseppen, ill. kevés füstöt termel, magas hőmérsékleten is megőrzi előnyös mechanikai tulajdonságait. Vegyszerállósága jó (savaknak, szerves oldószerek ellenáll, alkáliáknak részben), de UV-sugárzásra érzékeny, károsodik. Lángálló viszkózus, gyapjúval keverve kedvező viselési tulajdonságok érhetők el, fényállóság javul, az anti-sztatikus hatás biztosítható.

A saját színében aranybarna **polibenz-imidazol** szálát a Celanese Research Co. (USA) fejlesztette ki a NASA-val közösen, űrhajós ruházathoz. Jó szilárdságú, kiváló hő-, láng- és vegyszerállóságú szálanyag, levegőben nem ég mert *LOI értéke 41%*. Magas hőmérsékleten is méretstabil, hajlékony, nem keményedik, nem lesz törékeny. Szabványos *nedveségfelvétele 14%*, kitűnő ruházatfiziológiai tulajdonságokkal rendelkezik. Sűrűsége 1,43 g/cm³, zsugorodása 600 °C-on 5–10%. Felhasználása: tűzoltóruhák, kohómunkások védőöltözeke, alumínium bevonatú kelmékből repülőgéptűz-oltásnál használt, kellemes viselési tulajdonságú védőruházatok, kesztyűk, ill. azbeszthelyettesítő műszaki szövetek.

A **polifenilén-benz-biszoxazol** szálát a Toyobo cég fejlesztette ki. Rendkívül nagy szilárdságú és kiváló hő- és lángállósággal rendelkező szálanyag.

A **polifenilén-szulfid** nagyteljesítményű szál, amely fokozott hőállósággal és égésgátló képességgel. Ellenáll a magas hőmérsékleten történő savas és lúgos hidrolízisnek, ill. szerves oldószereknek is (7. ábra).

Az említetteken kívül **melamin-** és **fenol-formaldehid-gyantából** készült szálanyagok is felhasználhatók.

Jellegzetes kelmevizsgálatok

Céljuk több fontos paraméter meghatározása kapcsolatos a hő- és lángállósággal, pl.:

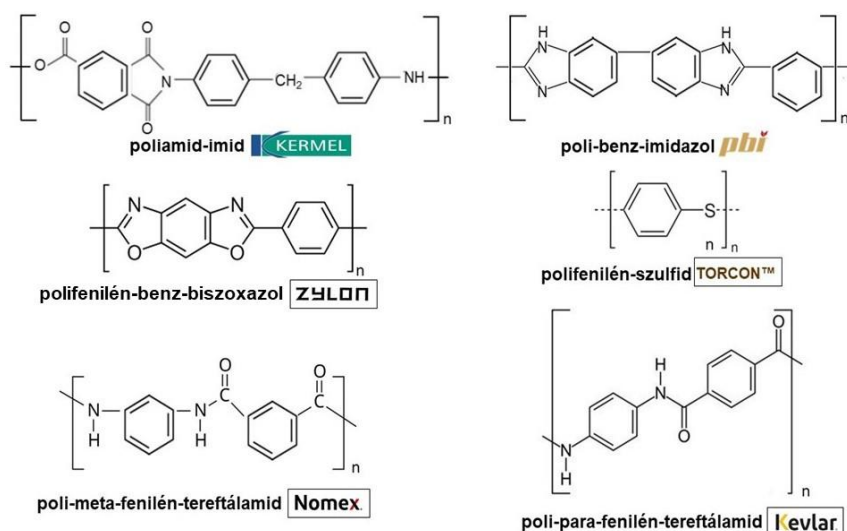
- **égési viselkedés:** után-lángolási időtartam (s), után-izzás nem megengedett, olvadékcsepegés nem lehet, varrat nem válhat szét,

- **kontakthő:** anyag teljesítménye magas érintkezési hőmérséklettel szemben, idő (s), pl. 100- és 250 °C -on,

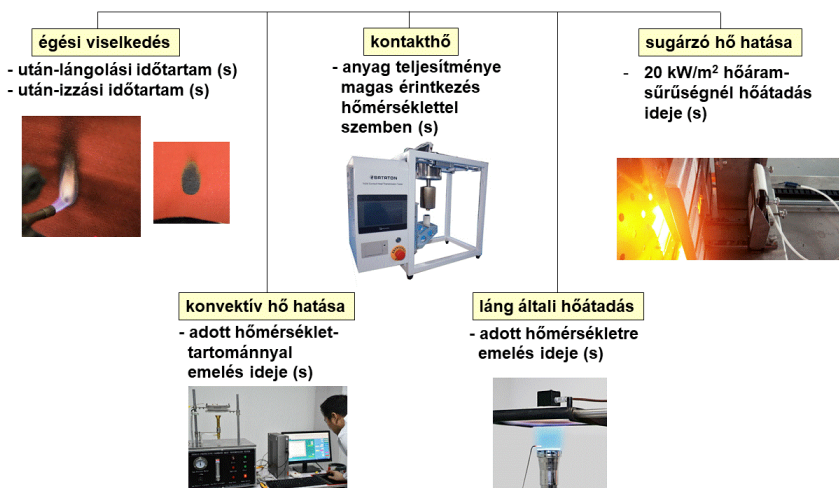
- **láng általi hőátadás:** adott hőmérsékletre melegítés ideje (s),

- **konvektív hő:** meghatározott hőmérséklettartománnyal történő emelés (s),

- **sugárzó hő hatása:** 20 kW/m² hőáramsűrűség-nél hőátadási index.

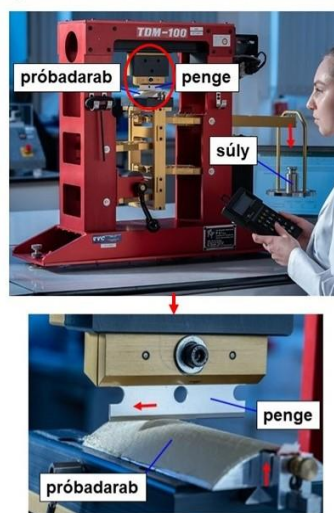


7. ábra Jellegzetes hő- és lángálló szálak kémiai szerkezete



8. ábra. A főbb hő- és lánghatással szembeni kelmevizsgálatok

vágással szembeni ellenállás mérése



átlyukasztással szembeni ellenállás mérése



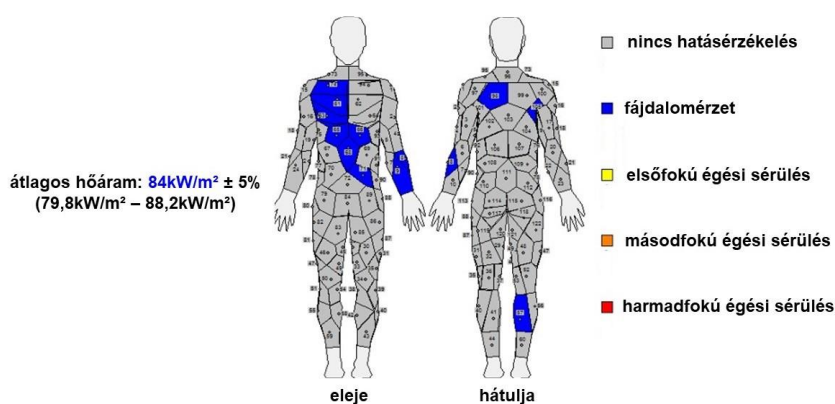
9. ábra. Speciális mechanikai anyagvizsgálatokra példák

A speciális védelem területén pl.:

- **olvadt fém elleni védelem:** 40 °C hőmérséklet-növekedést okozó cseppek száma,



10. ábra. BTGG égetési teszt szenzoros próbabábún (120 s)



11. ábra. Tűzoltó védőruházat - a BTGG égetési teszt értékelése

• *nagy mennyiségű olvadt fém elleni védelem:* az emberi bőrt modellező PVC fólián ne legyen elváltozás vasolvadék esetén (8. ábra).

További vizsgálatok:

- szakítóerő (N),
- tépőerő (tovább szakító erő; N),
- kopásállóság (fordulat),
- vízlepergető képesség (fokozat),
- vágással szembeni ellenállás (N),
- szűrőállóság (N),
- ruházatfiziológiai jellemzők vizsgálata (9. ábra).

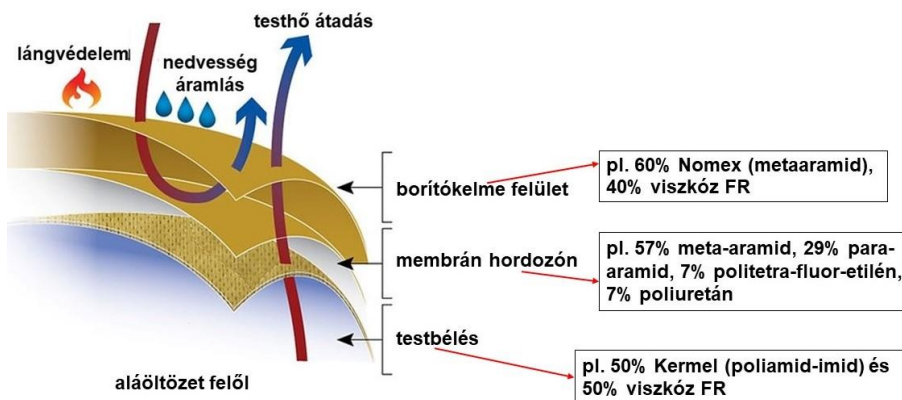
ros elváltozást, így értékes menekülési időt biztosít a tűzoltóknak. Amellett, hogy javítja a védőruházat szilárdságát és kopásállóságát, az aramid varrócérna magas hőmérsékletű környezetben is biztosítja a ruházat *stabilitását* és *megbízhatóságát* (12., 13. ábra).

Védőkabát

Magasított állógallér biztosítja a nyak védelmét (a hátközép részén 12 centiméter magaságú), a kabát eleje zárását biztosító húzózár felső vége és az áll közötti területet takaró pánt fedi.



12. ábra. A tűzoltó bevetési védőruházat főbb részei



13. ábra. Példa egy tűzoltóruházati összetett textilszerkezetre

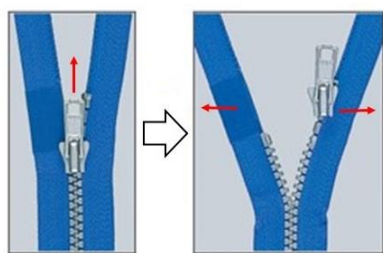
BTGG égetési teszt szenzoros próbabábún

A BTGG (British Textile Technology Group) független szervezet, amely többek között az egyéni védőeszközök tesztelésével és tanúsításával foglalkozik. BTGG® a Shirley Technologies Limited tulajdonában lévő márkanév. A Shirley Institute és a Wool Industry Research Institute (WIRA) révén mintegy 100 éves múltat tekinthet vissza (10., 11. ábra).

A tesztadatok szerint a bábu testének mindössze 9,8%-án tapasztalható *enyhe fájdalomérzet* (kék szín), maradandó sérülés viszont sehol sincs. Tehát a védőöltözet az *égetési sérülések* 100%-át kiküszöbölte.

A tűzoltó-védőruházat kialakítása, jellemzői

A többrétegű felsőruházati termék, *kabátból* és *nadrágból* áll, amelyek legalább 30 centiméterrel átfedik egymást, alapanyaguk és színük azonos. A hónaljbetétes kialakítás és a lábközi toldás biztosítja a kényelmes és szabad mozgást. 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 aramid varrócérna égésgátlása azt is biztosítja, hogy a tűzoltóruha égéskor ne okozzon gyorsan káros elváltozást, így értékes menekülési időt biztosít a tűzoltóknak.

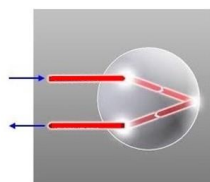


a gyorskioldó pánikcipzár kialakítása és működése

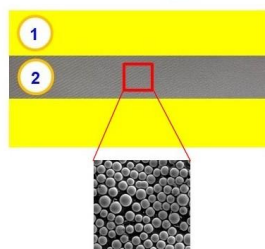
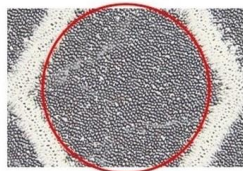


a kabátba beépített mentőheveder segítségével egymás mentését végezhetik a tűzoltók

14. ábra. Példa a védőkabát egyedi megoldásaira



üveg gömbök



1. sávolykötésű fluoreszkáló színes szövet, háttéranyag 2. tükrösített rétegbe ágyazott üveggömbökből álló, felhordott fényvisszaverő sáv

15. ábra. A jó láthatóságot biztosító anyagok

A beépített *mentőheveder* segítségével a tűzoltók egymás mentését biztosíthatják. A hónalj, ill. a karöltő alatt és a vállvonalon átvezetett lángálló heveder a hátrésznél húzható ki a tépőzáras pánt alól, így csak akkor kerül ki a külső felületre, ha az aktiválás szükséges. A nyak részen kesztyűben is kezelhető, megerősített kapaszkodó áll rendelkezésre a mentéshez. A *gyorskioldó húzózárr* (pánikcipzár) védelmét vízzáró takarópánt biztosítja, a takarópánt teljes hosszában tépőzárral rögzített (14. ábra).

A térben formázott *könyökrész* para-aramid anyagból készült fojtalt erősített. Elöl mindkét oldalon vízszintes vonalú zsebfedővel ellátott zseb van, kétoldalt hosszú tépőzárral záródik. 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. A kabáton tasakos *rádiózsér* van, tépőzárral oldható antennarögzítővel, valamint vízkifolyást biztosító aljamegoldással, ill. a jobb elülső mellrészen állítható *lámpatartó pánt* található. Hűvetykujj akasztóval ellátott, kézfejet takaró, lángálló *kötött kezelő*, az *ujjabőség* tépőzáras pánttal szabályozható.

Sárga fluoreszkáló háttéranyag és fényvisszaverő sáv biztosítja a *jó láthatóságot* (15. ábra). A kabát hátán a fényvisszaverő csíkok alatt vízszintesen elhelyezett, 6 centiméteres betűmagasságú (ékezet nélküli méret),

ezüstsínű, fényvisszaverő tulajdonságú, „TŰZOLTÓSÁG”, vagy „KATASZTRÓFAVÉDELEM” felirat látható).

Védőnadrág, védőcsuklya, védőkesztyű

A **védőnadrág** legalább 10 centiméteres derékmagasítással készül, a derékrész gumírozottan, fix bőség beállító elemmel kiegészített. Továbbá legalább 3 cm széles, gumírozott *nadrágtartóval* látják el, ennek hossza szabályozható, beállítás után szabadon lógó vége nincs (a nadrágtartó levehető). A hasíték műanyag zárláncú *húzózárral* ill. *tépőzárral* készül, a derékpántnál erős rögzítő elemmel záródik. Mindkét oldalon tépőzárral záródó *svédzsombok* vannak, legalább 20 cm-es benyúlásvonallal. A nadrágszárak alja rugalmas záróbéllel kialakított, ez megakadályozza az égéstermék bejutását. A kelme főanyagának kiméltése érdekében a bokarészen para-aramid anyagból készült *bokavédelmi* kialakítással rendelkezik. A nadrágszáron *formázott térd* rész van, átszűrő- 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). A *csuklynál* is alapvető követelmény a meghatározott hő- és tűzvédelem.

A **védőkesztyű** para-aramid (Kevlar) anyagból készül, (hő-, láng- ill. vágás- és szúrás elleni védettséget biztosít. A tenyér rész kétrétegű, szilikonbevonatos meta-aramid (Nomex) és para-aramid (Kevlar) szálakból, ill. ásványi összetevővel készül. A vízzáró és légáteresztő lélegző membrán (Gore-Tex - X-Trafit) Nomex-szel kombinált. A jó láthatóságot sárga fluoreszkáló háttéranyaggal kombinált fényvisszaverő csík biztosítja.

Speciális védőruha repülőtéri tűzoltáshoz, mentéshez

Ennek a védőruházatnak az alapanyaga vákuummal leválasztott *alumínium bevonatú lángálló szövet*, amely visszatükrözi a tűz által keltett nagy sugárzási hőterhelést. Az ún. ARFF (Aircraft Rescue Firefighter Fibre) védőöltözet 260 °C-os környezeti hővédelmet biztosít. Alumínium bevonatú anyag a kabát és nadrág borítókelméje, alatta *szénszálból* készült nemszótt kelmeréteg, majd *alumínizált üvegszálból* képzett párazáró, szigetelt béllel, legbelül *lángálló kikészítésű pamutszövet* bélés van (izzadságfelvétel képességgel). Alumínium bevonatú a kesztyű, ill. az önálló légzőkészülék levegőpalack borítása is (16., 17. ábra).

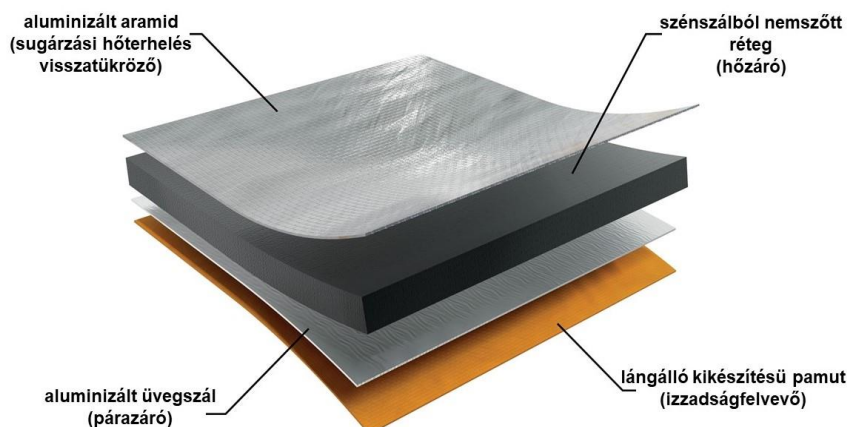
A külső réteg *fémzési folyamata* zárt kamrában zajlik nagy *vákuum* alatt, ami lehetővé teszi, hogy a folyékony fém kondenzált fázisból gőzfázisba kerüljön, így az alumíniumgőz tapadva tartós fémbevonatot hoz létre a szöveten.



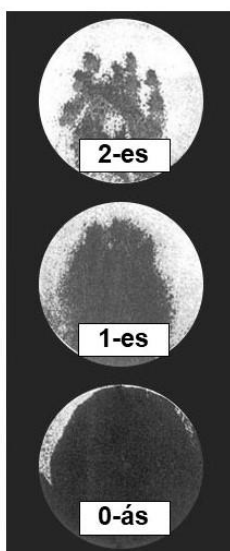
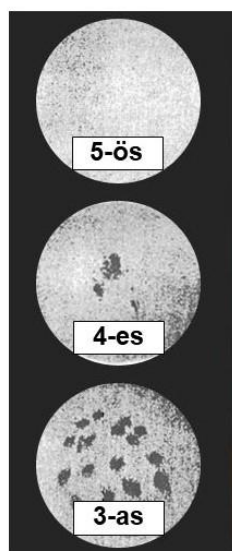
a fémzési folyamatra alkalmas berendezés zárt vákuum kamra (a művelet befejezése után nyitott állapotban)



16. ábra. Repülőtéri tűzoltó védőruházat borítórétegének előállítás és a kész öltözék



17. ábra. Repülőtéri tűzoltáshoz készült védőruha rétegszerkezete



18. ábra. A vízlepergető-képesség vizsgálata és értékelése

A használati körülmények hatása

A bevetési ruházatot érő közvetlen lánghatásra az alapanyag *elszíneződik*. Adott színváltozás olyan láng- és hőhatásra következik be, amely viselője testi épségét már veszélyeztette volna. A direkt lánghatás, ill. min. 350 °C

hőmérsékletű tárgyakkal való közvetlen érintkezés következménye a külsőképi elváltozás. *Enyhe elszíneződésnél*, ha a keletkező anyag puha fogású, a ruházat biztonságát tovább hordható. *Barna elszíneződés* esetén a védőruha még viselhető, *zöld elszíneződésnél* javítás (ha lehet), ill. csere szükséges. Amennyiben erősebb lánghatásra a textilanyag *megkeményedik* – törékennyé válhat, kilyukadhat –, a 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. Ha 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.

A tűzoltó védőruházat tisztítása, kezelése

Nagyüzemi mosás, vegytisztítás

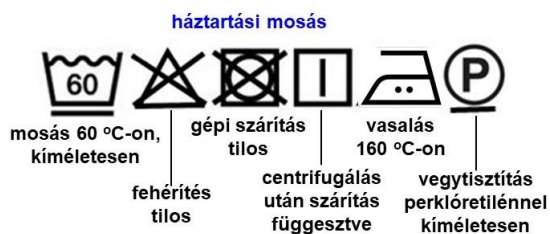
A **mosógép** töltetnél ajánlott a kapacitás 2/3-ának használata, a gyűrődések elkerülésére előmosásnál a *fürdőarány kb. 1:8*, a főmosás műveleténél *1:10* legyen. A ruházat más alapanyagú termékekkel együtt nem mosható, folyékony, szintetikus szálanyagú termékekre alkalmas mosószerek használata ajánlott. Oxidáló hatású (klóros és klórmentes) fehérítőszer, olyan helyi foltkezelő szer használata tilos, ami kémiai fehérítőszer (peroxid-sókat stb.) tartalmaz.

A mosodában **kíméletes mosást** kell végezni maximum 60 °C-on, pH=8-nál *lúgosabb* kémhatású fürdő *nem* alkalmazható (a főanyag és a jó láthatóságot biztosító fényvisszaverő-sáv megővése érdekében). Az olajos/zsíros szennyezőanyag eltávolítására fokozott lúgosító hozzáadott használata szigorúan tilos, csak az ipari mosó-vegyszeranyagokat forgalmazók által ajánlott *zsíroló* hozzáadott alkalmazható.

Gépi szárítást alacsony hőmérsékletű programmal, perforált csöves vállfán kell végrehajtani. A szárítást kb. 60%-os maradéknedvesség-tartalomig kell végezni a *membrán* miatt, majd átgőzölést és meleg levegővel egy *belülről* ható gyűrődéscsökkentési műveletet kell elvégezni.

Az **impregnálás** az olaj-, szenny- és víztaszító képesség regenerálása érdekében mosodában végezhető, az öblítés végén, előírt koncentrációban adagolt impregnáló segédanyaggal. Ezt követően gépi szárítás és vasalás következik az impregnálószer tartósságának biztosítására. A kihúzatásos impregnálásra alkalmas segédanyagra az ipari mosószert forgalmazók is adnak javaslatot.

A kéméletesen végrehajtandó **vegytisztítás** hivatásos tisztítóban végezhető, de minden vegytisztítás után az *impregnálást ismételni kell*.



19. ábra. A tűzoltó-ruházatokon alkalmazott kezelési jelképsorok tartalma

Háztartási mosás

Kíméletes mosást kell alkalmazni, maximum 60 °C-on (kis mechanikai terheléssel, az öblítésnél fokozatos visszahűtéssel), kémiai fehérítőszerrel 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 impregnáló-szer hatásának ellenőrzése (18. ábra). Amennyiben a vízlepergető képesség romlott, a különböző vízbehatolások

drasztikusan megváltoztathatják a tűzoltó védőruházat hőteljesítményét. Ha a védőruházat *újraimpregnálása* szükséges, a termékgyártó javaslata szerinti nagyteljesítményű *perflourozott* kikészítőanyaggal ajánlott a kezelés. A hatékony újraimpregnálást – nagyteljesítményű *perflourozott segédanyaggal* – a háztartási mosás során nehéz végrehajtani, ezért impregnálószer alkalmazása főként erre szakosodott mosoda, hivatásos tisztító vállalkozás részéről ajánlott. Fontos figyelmeztetés, hogy a megfelelő *vízutasítás* fenntartása védelmi szempontból lényeges követelmény, mert az átázó ruházat nedvességtartalma veszélyt jelent, miután magas hő hatására gőzzé alakul, forrázás jellegű égési sérülést okozva (18.-19. ábra).

Felhasznált irodalom

- Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok, Magyar Textiltechnika 1994. évi különszáma
- <https://www.langlovagok.hu/6752/magyar-tuzoltoknak-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 bevetésiruházat-gyártók termékismertetői
- <https://nara.getarchive.net/media/the-fire-retardant-chemical-phos-chek-is-pumped-from-two-discharge-tubes-on-4b2c85>