

Fém-, fémbevonatú szálak és fémezett textíliák, ill. felhasználási területeik

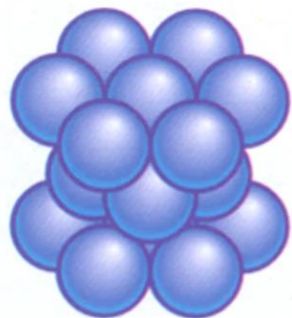
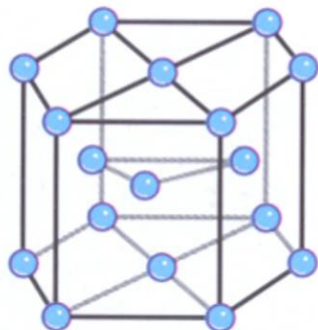
összeállította:
Kutasi Csaba

2025 december

Bevezetésként vázlatosan a fémek jellemzői, szerkezete

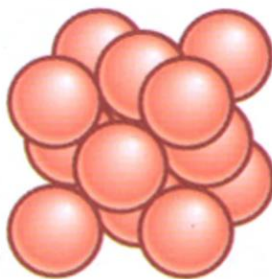
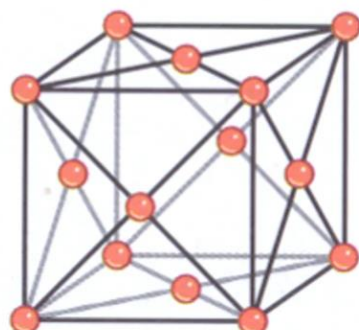
- a fémes kötés különleges kémiai kötés, a fématomokat szilárd összefüggő szerkezetbe fogja, ezzel kapcsolatos pl. a kiváló elektromos és hővezető képesség, a megmunkálhatóság
- alapvető jellemző a delokalizált elektronok jelenléte, a fématomok külső héján található vegyértékelektronok nem egyetlen atomhoz kötődnek, hanem szabadon mozoghatnak a teljes kristályrácsban
- a pozitív töltésű fémionok (az atommagok és a belső héj elektronjai) egy szabályos rácsot alkotnak, amelyet egy közös, szabadon mozgó elektronfelhő vesz körül és tart össze
- a fémes kötés erős, de irányítatlan; az atomok nincsenek szigorúan meghatározott irányokban egymáshoz kötve, mint a kovalens kötésnél
- az irányíthatatlansággal magyarázható a fémek jó megmunkálhatósága, azaz képlékeny alakíthatósága
- a fémre ható külső erő hatására az atomrétegek elcsúszhatnak egymáson anélkül, hogy a kötés jelentősen megszakadna, mivel az elektronfelhő továbbra is összetartja a szerkezetet; ez teszi lehetővé a fémek hengerlését, kovácsolását és húzását
- a fémek atomjai nem véletlenszerűen helyezkednek el a térben, hanem egy nagyon specifikus, ismétlődő mintázatot követnek, ez a kristályrács
- legkisebb ismétlődő egysége az elemi cella, ennek geometriai elrendezése és mérete határozza meg a fém makroszkopikus tulajdonságait
- az elemi cella egy képzeletbeli térbeli egység, amelynek csúcsaiban, középpontjában vagy felületein atomok (vagy ionok) helyezkednek el, az elemi cellák periodikus ismétlődésével épül fel a teljes kristály
- az elemi cella méreteit a rácsállandók határozzák meg, amelyek a cella éleinek hosszát és a köztük lévő szögeket jellemzik a fémek esetében a leggyakoribb elemi cella típusok a kocka és a hatszög alapú prizma
- a fémek többsége három alapvető kristályszerkezet egyikét veszi fel szobahőmérsékleten

A fémek alapvető kristályszerkezetei



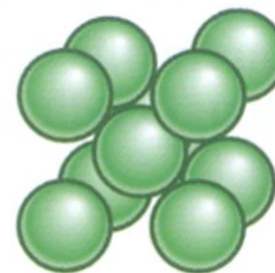
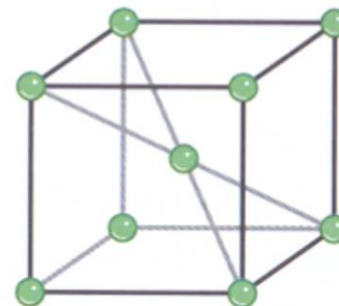
hatszöges rács

- magnézium (Mg)
- titán (Ti)
- cink (Zn)
- kadmium (Cd)
- kobalt (Co)
- cirkónium (Zr)



felületcentrált kockarács

- alumínium (Al)
- réz (Cu)
- nikkel (Ni)
- ezüst (Ag)
- arany (Au)
- platina (Pt)
- ólom (Pb)



tércentrált kockarács

- vas (Fe)
- króm (Cr)
- volfrám (W)
- molibdén (Mo)
- vanádium (V)
- nióbium (Nb)

- az olvadt fém a lehűléskor megszilárdul, az atomok kristályrácsokba rendeződnek; ez nem egyetlen, homogén kristályt eredményez, hanem általában sok apró, véletlenszerűen orientált kristályt, a szemcsét

Fém-, fémbevonatú szálak és fémezett textíliák

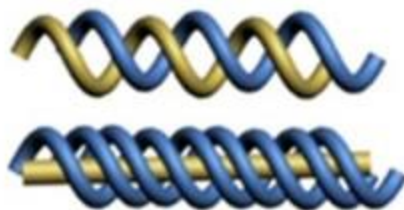
fémzálak

- díszítő céllal
- szenzor szálak
- fém-nanoszálak
- alakmemóriás ötvözet alapú fémzálakból orvosi biológiai eszközök



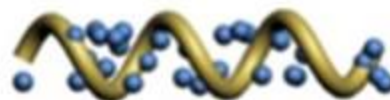
fémmel kombinált szál/fonal szerkezetek

- fém- és polimerszálak egyesítve
- polimerszál fémzállal körül fonva



fémbevonatú szálak

- fóliaszálak díszítő céllal
- fémrészecskékkel bevont polimerszálak



fémezett textíliák

- kémiai fémkiválasztás
- galván fémezés
- plazma eljárással készült fémbevonatú textíliák
- elektromágneses árnyékolástechnika
- „gyógyító réz”
- hővédelem
- antibakteriális
- antisztatizálás



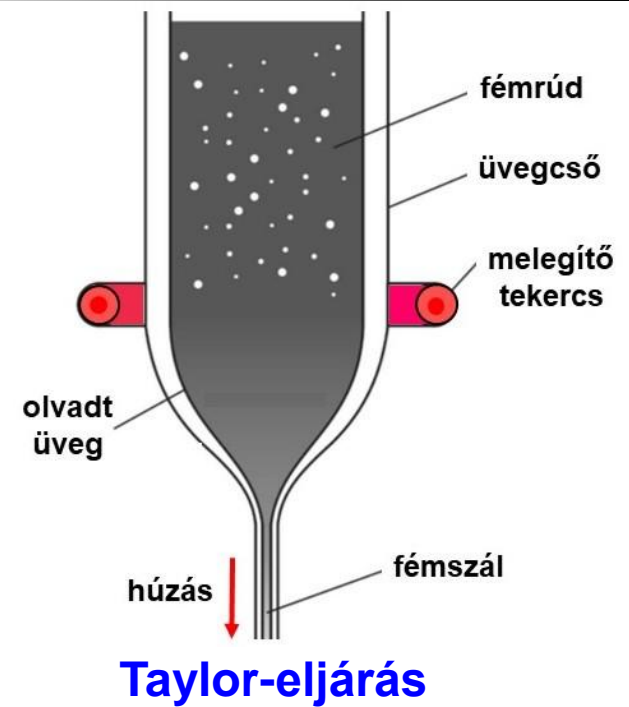
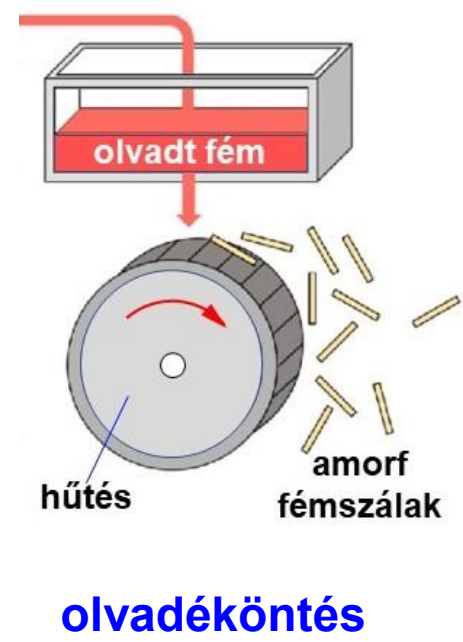
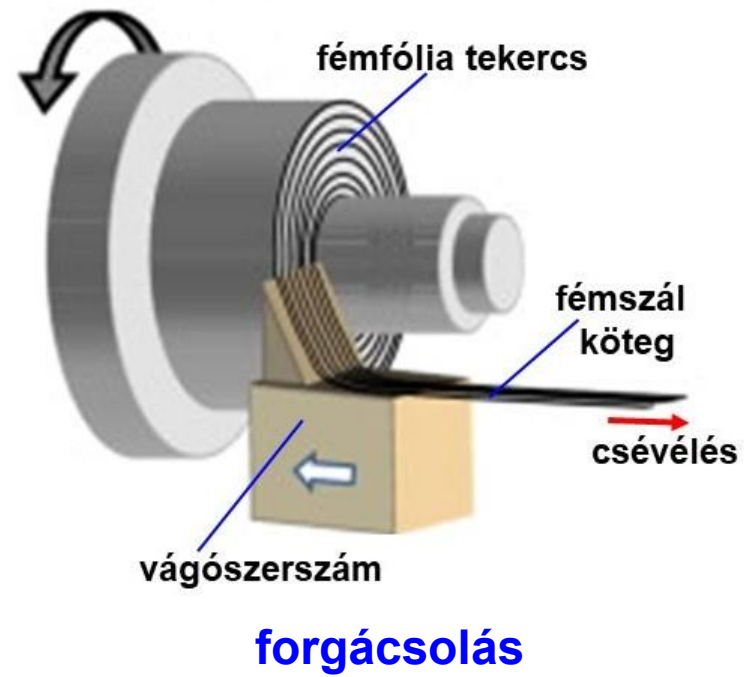
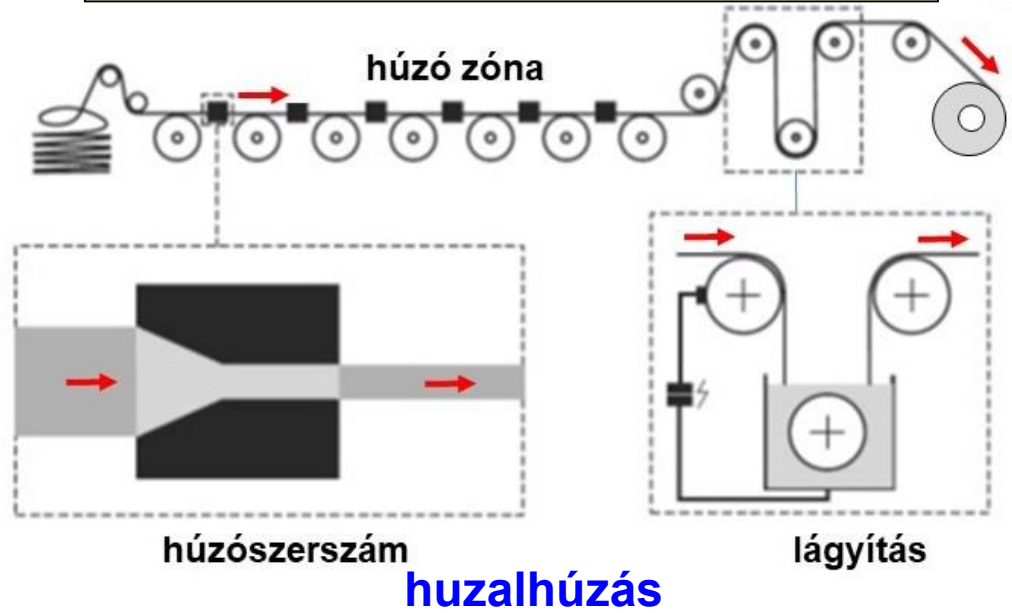
Fémzálak és fémezett bevonatú fóliaszálak

A fémszálak

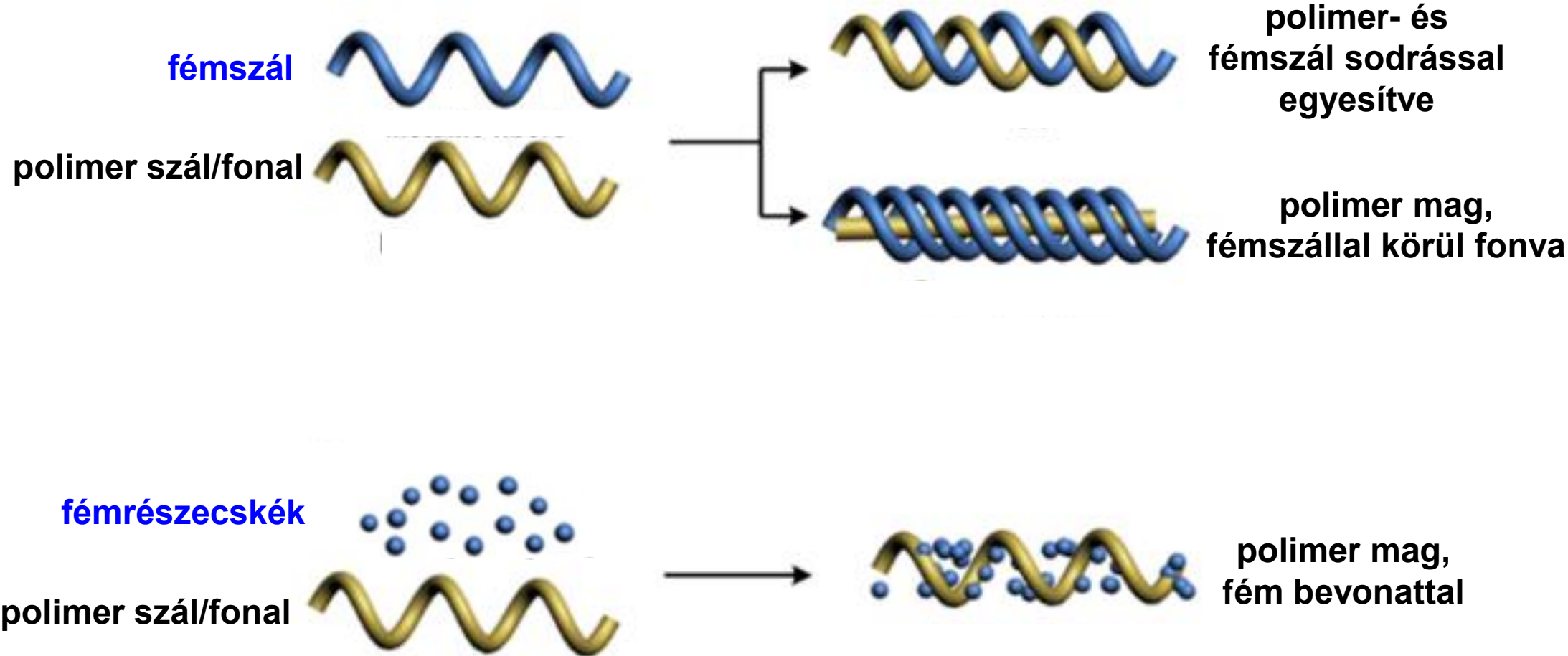
- a **fémszálak** a **szervetlen mesterséges szálak** egyik **alcsoportját** képezik, amelyek **fém**ből, **fémötvözetek**ből készülnek
- ide sorolják a **fém**mel **teljesen bevont** magból álló mesterséges szálanyagokat
- a **textil-** és **ruházati leletek**ből származó **arany-** és **ezüstszálakat** az ókortól kezdve használták fonalként díszítéshez
- újabban az **alumíniumfonalak**, az **alumíniummal bevont szintetikus fonalak** váltották fel az **aranyat** és az **ezüstöt**
- a **mai fémszálipar** főként az alumíniumon kívül **rozsdamentes acélt**, **nikkelt**, **titánt**, **réz** és **alumínium szálakat** kínál felhasználásra
- a fémszálak **átlátszó fóliával** vonhatók be az **elszíneződés minimalizálása** érdekében
- számos módszer ismert a **fémszálak gyártására**, a legrégebbi eljárás során a **huzalt** egymást követő **húzószerszámokon húzzák át**, így **vékonyodik** és **hossza növekszik**
- a leggyakoribb **fémszál előállítási módszerek** közé tartozik
 - a nagyobb anyagból történő **forgácsolás**,
 - az **olvadt fém**ből történő közvetlen **öntés**; **Taylor eljárás**: magasabb olvadáspontú **üvegcsőben olvasztás**, **üvegcső húzása**, hűtés után az **üvegburkolat összetörése** ultrahanggal
 - **olvadék folyatás** hűtött hengerre, kerékre
- képezhetők **folytonos** („végtelen”), ill. adott hosszúságú ún. **vágottszálak**
- több szál is összefonható fonalak létrehozásához



Példák a fémszalak előállítására



Fém-mel kombinált szál/fonal szerkezetek

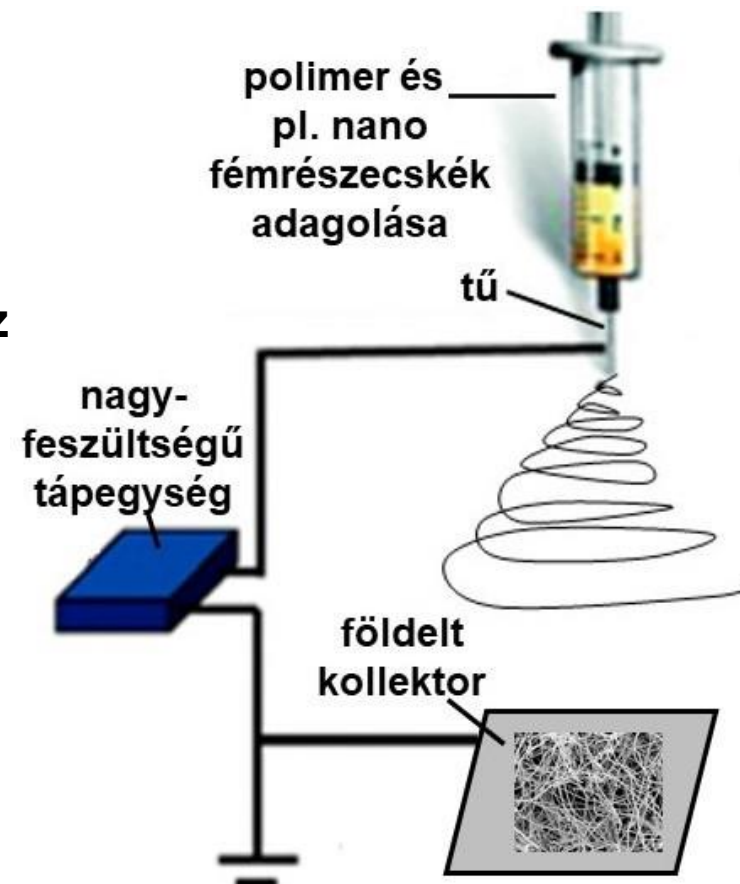


Rozsdamentes acélhuzalból kötött védő kesztyűk



Fémezett nanoszálak

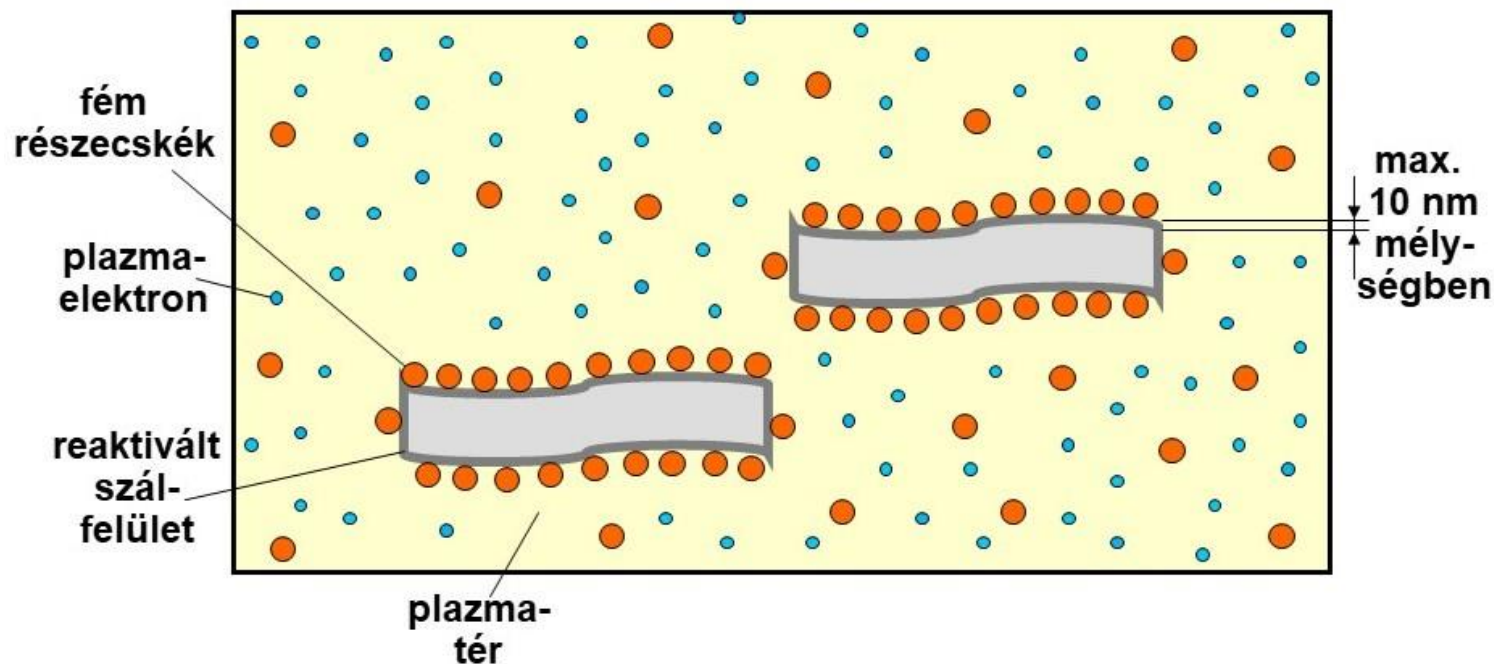
- a nano-metallizált szálak egy fém (vagy fémrészecskék) és egy nanoméretű szál kombinálásával állítják elő, így pl. fokozott vezetőképesség és tartósság érhető el
- az előállítás történhet a fém nanorészecskék beágyazásával (elektrosztatikus forgatásos adalékolás) a polimer mátrixba az ún. „elektrofonás” során, vagy a szál fémréteggel való bevonása elektrolitikus leválasztással vagy elektrolízissel
- a nano-metallizált szálakat az elektronikától és a bioszenzorikától kezdve az antimikrobiális és antisztatikus textíliákig számos területen használják
- a fémezett nanoszálak alkalmazásai bővülnek a biomedicinális területen is, kiváló hő- és elektromos vezetőképességük, valamint egyedi fémtulajdonságaik miatt
- az ilyen szál a viselhető elektronika alkalmazásánál is előnyös, pl. nagy teljesítményű folyadékkristályos polimer (LCP) szálak szilárd bevonását teszi lehetővé a réz nanorészecskékkel, így fűtőfunkciót biztosítva
- többek között kifejlesztettek Joule-fűtő funkcióval (az elektromos áram egy ellenálláson áthaladva hőt termel) ellátott, viselhető terápiás tapaszt az emberi test ízületeinek kezelésére
- a nano-metallizált textíliák az emberek elektromágneses interferenciával szembeni védelmére is alkalmasak, mint nem merev árnyékoló anyagok



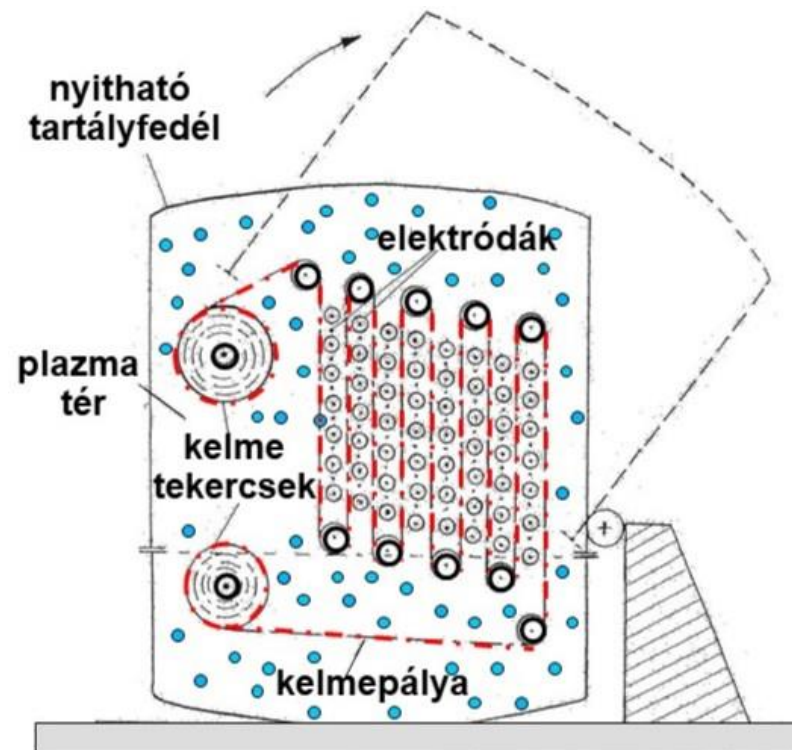
a nanoszál előállítása

Plazma eljárással készült fémbevonatú textilanyagok

- a plazma eljárással kialakított **szálbevonat** jobb kopásállóságú, egyenletes és **nincs vezetőképesség-ingadozás**
- a plazmatechnológiás fémbevonatú fonalak/kelmék **könnyen feldolgozhatók, fokozott vezetőképességet és hosszú élettartamot** biztosítanak és **nem alkalmaznak kemogalvanikus módszereket**
- a plazmafémmeel bevont **fonal** - a finom **8 dtex-es monofilamenttől az 550 dtex-es multifilamentig** - **rendkívül rugalmas**



szál plazmakezelés elve



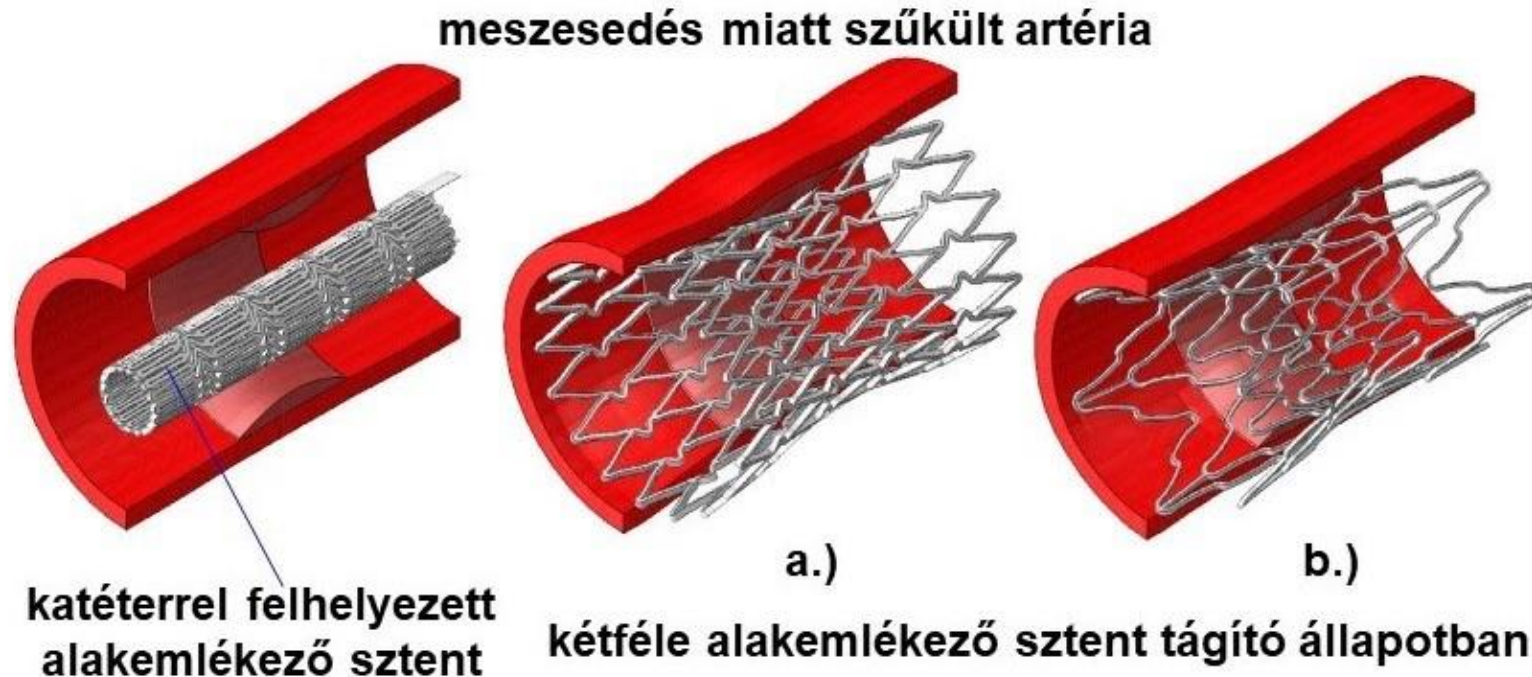
kelme plazmakezelése

plazmaállapot kialakulása gázkisüléssel ionizált gázban

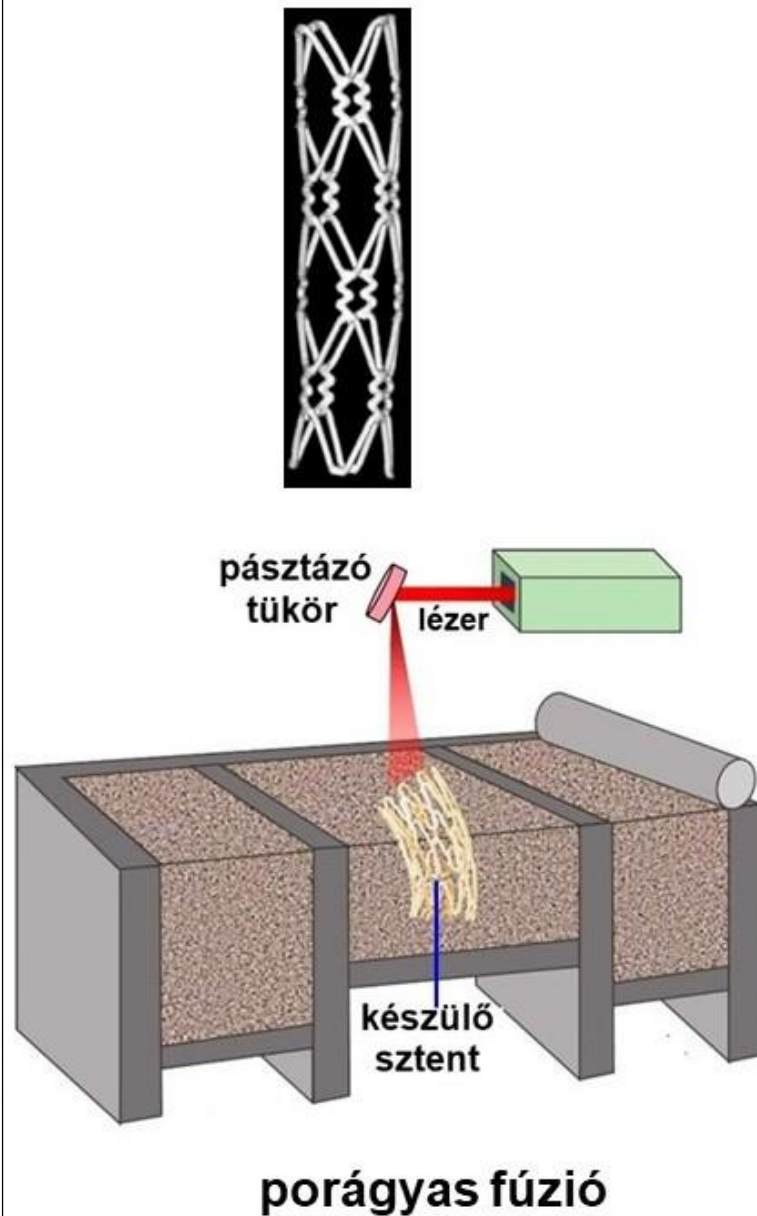
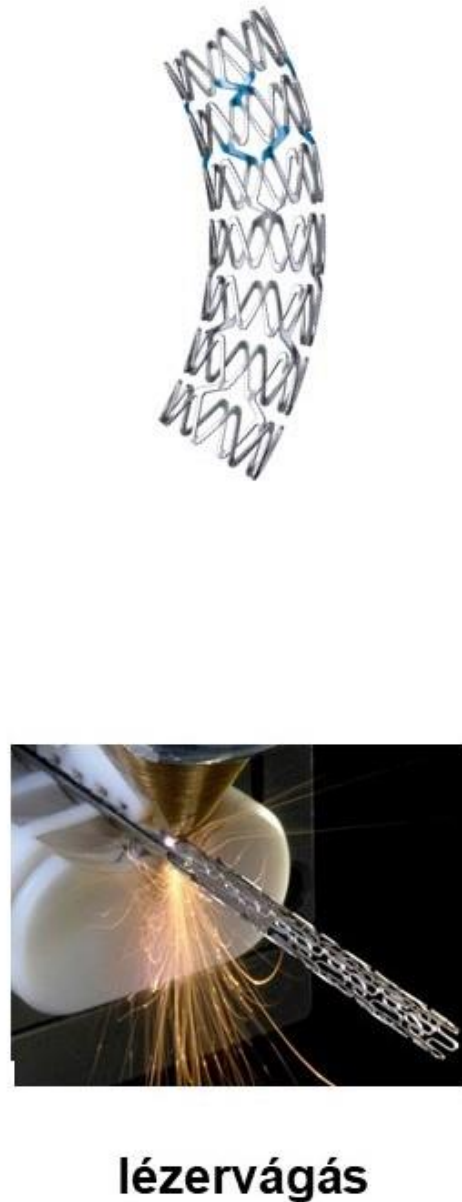
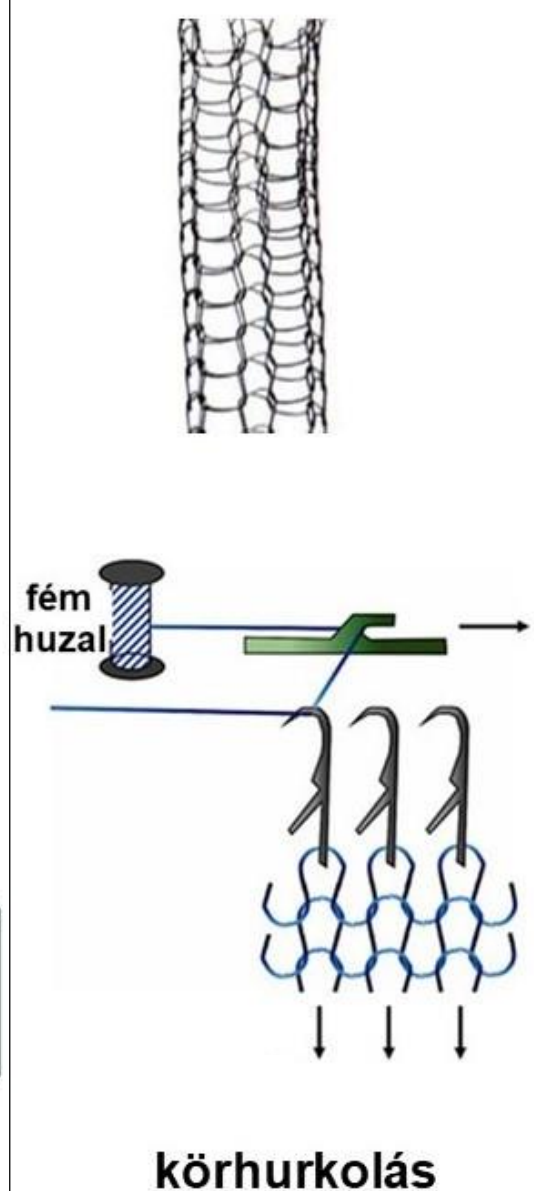
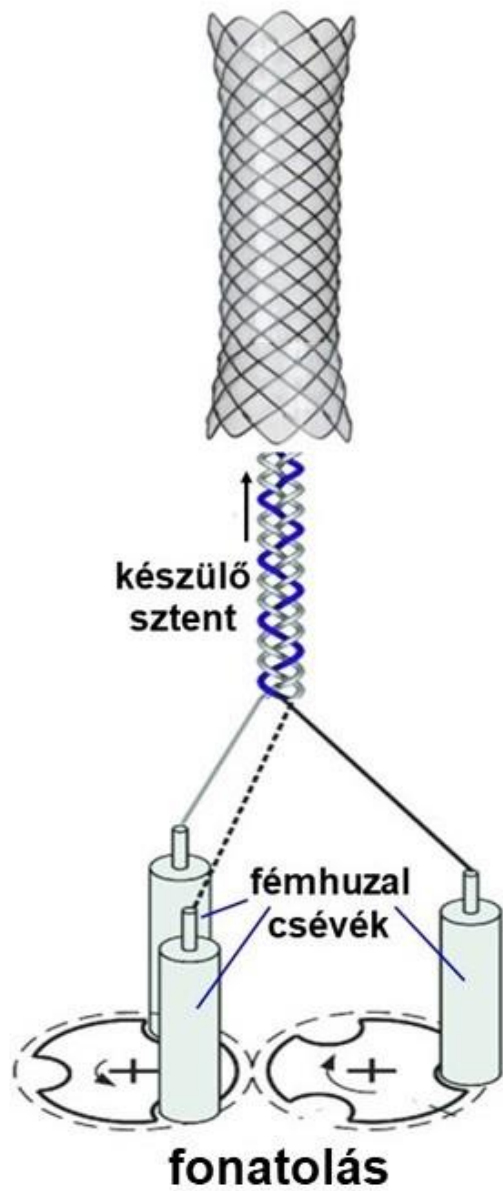
Alakmemóriás fémszálak ötvözetekből

- több ilyen **ötvözetfajta** ismert, azonban továbbra is a **nitinol*** - **nikkel** és **titán** - jelenleg a **leggyakrabban** használt változat
- az **aktiválási hőmérséklet alatt** az ötvözet **könnyen deformálódik**, az **aktiválási hőmérsékleten** az ötvözet sokkal **merevebbé válik**, erő kifejtéssel **visszatér** egy korábbi formájához
- **orvosi alkalmazás** pl. az **érembolizációban** előnyösen alkalmazható orvosbiológiai eszköz **progresszív gyógyulást** biztosít
- az alakemlékező **implantátumot másodlagos alakra préselve** lehet **katéterrel** bejuttatni az érbe
- a **vérrel érintkezve a tágult**, nagyobb **térfogatú eszköz** hatékonyan képes **kitölteni** az ér üreges részét, miközben **alacsony sugárirányú erővel** fejt ki **nyomást az érfalra**

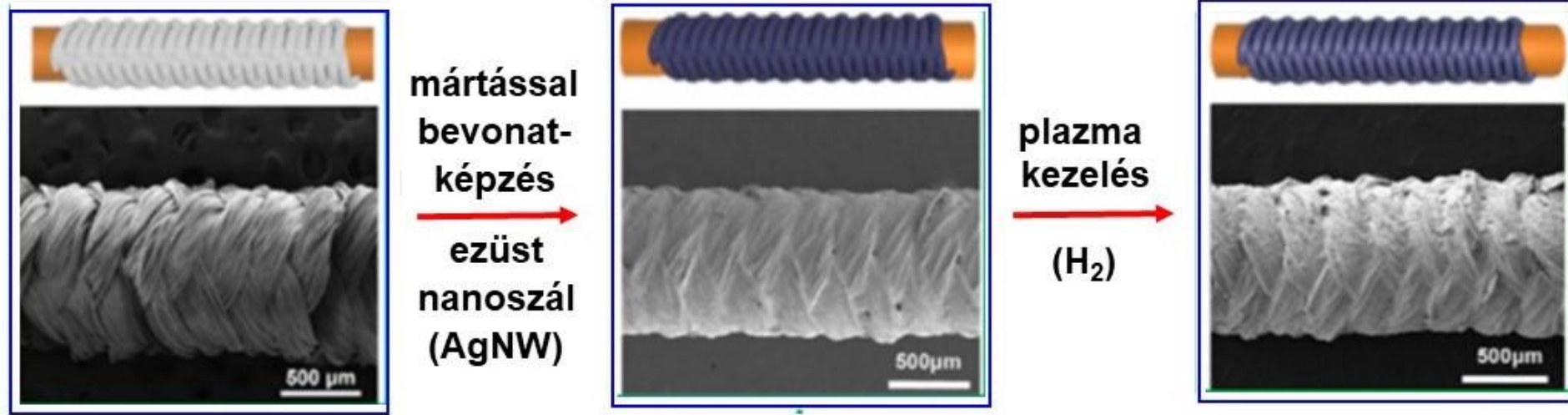
* **Ni**kkel **Ti**tán - **N**aval **O**rdnance **L**aboratory



Orvosbiológiai sztentek főbb előállítási módjai



Életfunkciók monitorozása fémszál tartalmú szenzor fonal beépítésével



rugalmas burkolt fonal

szenzor fonal



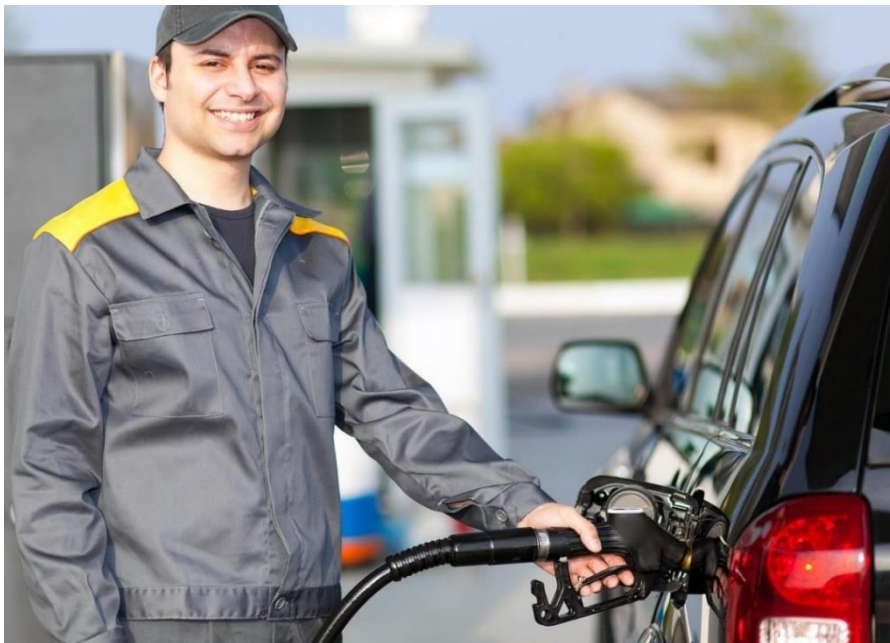
vezeték nélküli kapcsolat (távdiagnosztika)

Példa speciális kettős bevonatú fémszál alkalmazásra

- az emberi hajszálnál is vékonyabb **elektromosan vezető** huzal; a fonal belseje egy **40 mikrométer vastag rézszál**, ezt **0,8 mikrométer vastag ezüstréteg** borítja és kívül még egy **néhány mikrométer vastagságú poliészter bevonat** is van
- pl. az **űrhajósok** olyan harisnyát kapnak, amelyekbe **szenzorokat** és **EMG** [electromyographia - a **vázizmok** (akaratlagosan szabályozható működésű izmok) ún. motoros egységeinek **működéséről** ad felvilágosítást] műszert építenek
- az **intelligens harisnya** információkat szolgáltat a **vér oxigénszintjéről**, az **izmok állapotáról** a földi irányításnak, de kijelzők segítségével a **harisnya világít**, ha gond van.



Fémszálas textíliák által nyújtott védelem - antisztatizálás



- a **rozsdamentes acél szál/fonal** vezetőképessége lehetővé teszi a **sztatikus töltések** gyors és hatékony **elvezetését**
- ennek teljesítménye **alacsony páratartalmú** körülmények között is **hatékony** marad, így **védelmet nyújt** a különböző munka környezetben

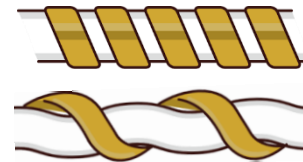
- **egészségügyi környezetben**, ahol a **statikus elektromosság zavarhatja** az érzékeny berendezéseket, a **rozsdamentes acélfonalat** használnak a **személyzeti egyenruhákban** és **betegköpenyekben**

Fémbevonatú fóliaszálak

- a **vákuumos fémezés** elve az, hogy egy **műanyag fóliát vákuumkamrába** vezetnek
- a fóliát **letekereslő hengerekre** helyezik a **zárt fémezési kamrában**, ahol **vákuumfeltételeket** hoznak létre
- a **fólia egy hűtőhenger felett** halad, miközben **1500 °C hőmérsékleten elpárologtatott alumínium** (amely színezhető) **kondenzálódik** a fóliára
- a fóliára **lerakódott alumíniumréteg** kb. **300-500 Å** (angström), ez $3 \times$ ill. 5×10^{-5} vastagságú; szemléltetésül \rightarrow **1 kg alumínium elegendő lenne két futballpálya lefedésére** a fémezés során
- a **fémezési folyamat után** a vákuumot megszüntetik, a **kamrát kinyitják**, és a fémezett **fóliatekerceset kiveszik**
- **nagy pontosságú vágórendszerrel** történő **hasítással** kialakulnak a **Lurex® fémezett fóliaszálak**
- a fólia akár **0,1 mm szélesre is hasítható**, amit **tekerceselve** a **kettőskúpos cséve** formájában forgalmazznak



fémmezett fóliaszálak



fémmezett fóliaszállal
körül font fonalak

A fémszálak és fémbevonatú fóliaszálak díszítő felhasználása

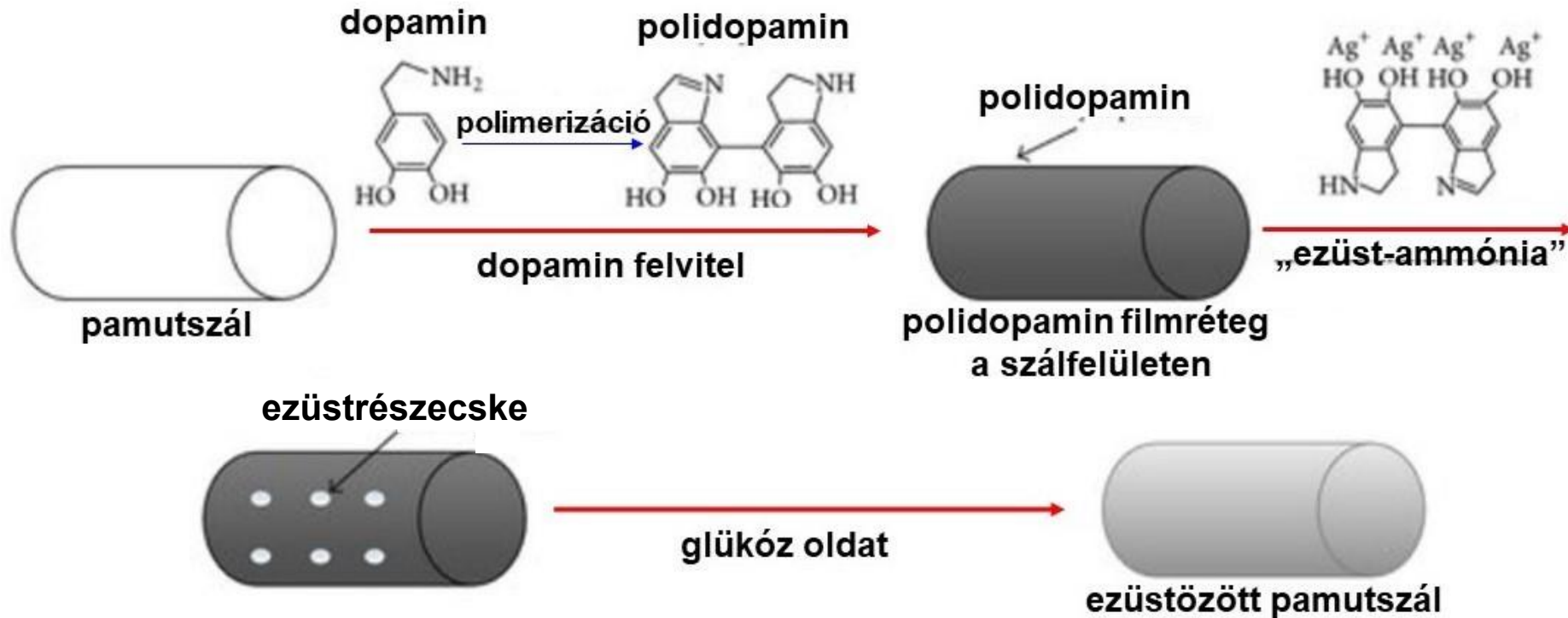


**hímzés szintetikus
magfonal fólia
fémszállal körül font
változatával**



Természetes szálak fémezésének módszereire példák

- **vákuumos leválasztás**, gyakori és környezetbarát technika, amelynek során egy **fémet vákuumban elpárologtatnak**, majd a **szál felületére felvitel** következik
- **oldat alapú bevonás**, vezetőképes **fémporral** vagy megfelelő összetételű **kémiai oldattal** történő rétegfelvitel
- **vékony réz-szulfid réteg oltása** a szálra, vagy **szén nanocsöveket (CNT)** tartalmazó **oldat** használata
- **UV-sugárzással támogatott galvánjeljárás**, amelynek során UV-t használnak egy **fém** (például ezüst) **szálra** történő **leválasztására** a amely **magként szolgál** egy **másodlagos galván** fémezési folyamathoz



példa pamutszál/kelme ezüstözésére

Fémezett textíliák előállítása

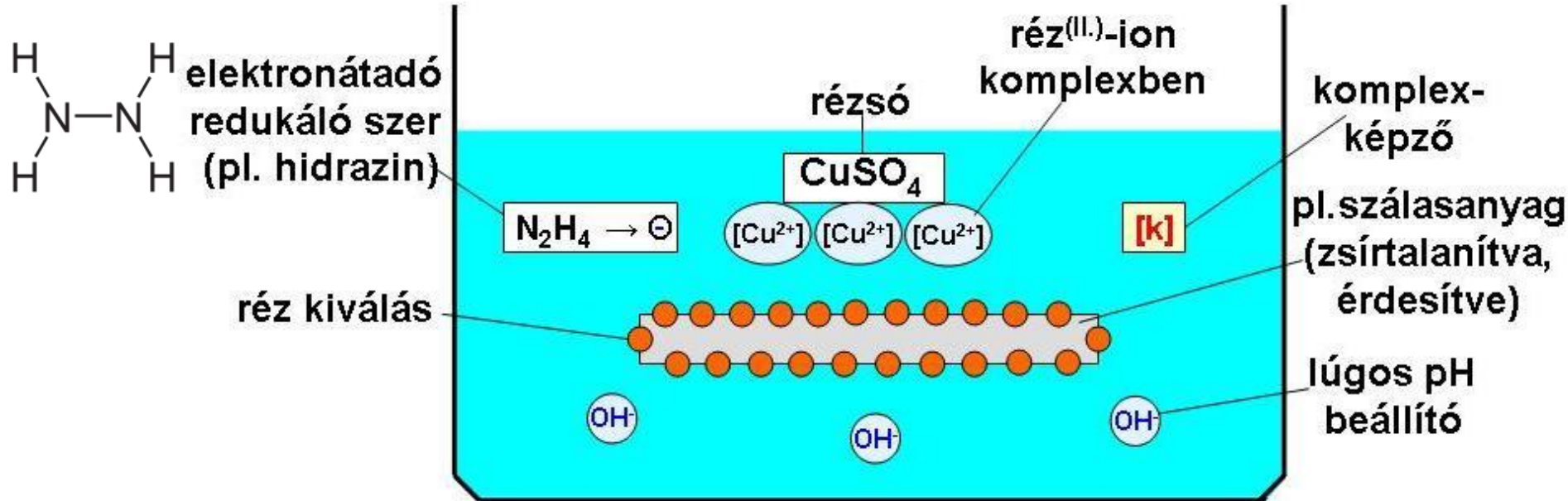
A fémezett textíliák előállítása

- a **szálasanyagok** - kiemelten a **hidrofób szintetikus szálak** - közismerten **kiváló elektromos szigetelők**, így a **kémiai fémezéshez** mindenekelőtt **vezetővé kell tenni** a textil-alapanyagot, textilfelületet
- a különböző **fémbevonatok felvitelénél** alapkritériumként fogalmazódik meg, hogy **fémréteg ne csökkentse** a szálasanyag-, textilfelület **hajlékonyságát, rugalmasságát, könnyű alakíthatóságát** a **gyártás és a rendeltetésszerű felhasználás** során
- szintén fontos követelmény a **bevonat tartóssága**, így a **használat** (alkalmazás, viselés stb.), ill. a **kezelés, gondozás** (tisztítás stb.) során **nem** következhet be **hatáscsökkenés**
- lényeges a **0,1-1 mikron** (milliméter ezredrésze) körüli, **jól rögzített fémréteg** kialakítása az alkalmas szálasanyagon, textilfelületen
- a **szálasanyagok** közül azok **alkalmasak**, amelyeknél az **alapozó fémréteg** (szál-fém határfelület) **tartós tapadását** a szál felépítő **láncmolekulák funkciós csoportjai** és a **fémionok között létrejövő erős kémiai kapcsolat** is segíti
- tapasztalatok szerint főleg a poliamid, ezen belül főleg a **poliamid 6,6** (ún. nylon típus, mint polikondenzációs műanyag) **mikroszál** a legalkalmasabb



A műanyagok, textíliák kémiai fémezése - redukciós fémleválasztás

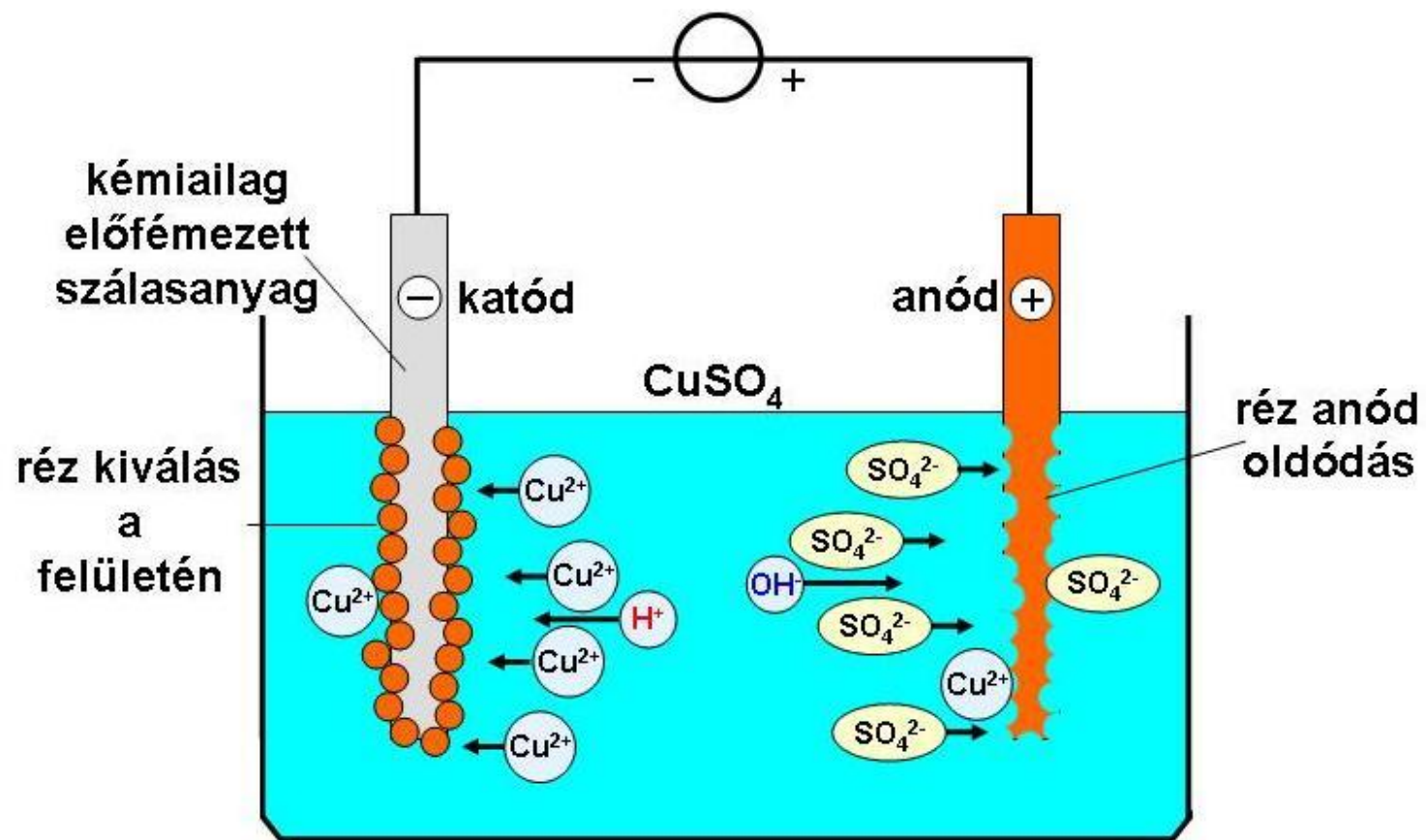
- a műanyagokat, így a **szintetikus szálakat** a fémmel történő bevonhatóság érdekében **felületüket zsírtalanítani** és **hidrofillé** kell tenni
- a lényeges **mikroérdesítést** (az adhéziós kapcsolat fokozására) különböző módszerekkel érik el
- a **kémiai előkészítés** során lényeges **fém kristálymagok** létrehozása, a leválasztandó **fém érzékenyítése** és **aktiválása** céljából
- a **kémiai, redukciós fémleválasztással** (külső áramforrás helyett **elektront átadó redukáló szerrel**) felvitt **vékony fémrétegek** jó **tapadószilárdságot** biztosítanak a későbbi **galvanikus fémbevonat** kialakításához
- a kezelőfürdő **rézsót, komplexképzőt** [komplex-formában oldatban tartja a réz(II)-iont], **lúgos pH-t** beállító anyagot és **elektronátadó redukáló szert** (pl. hidrazint) tartalmaz



réz alapréteg felvitele a szintetikus szálanyagra

A műanyagok, textíliák kémiai fémezése - főréteg kialakítás elektrolízissel

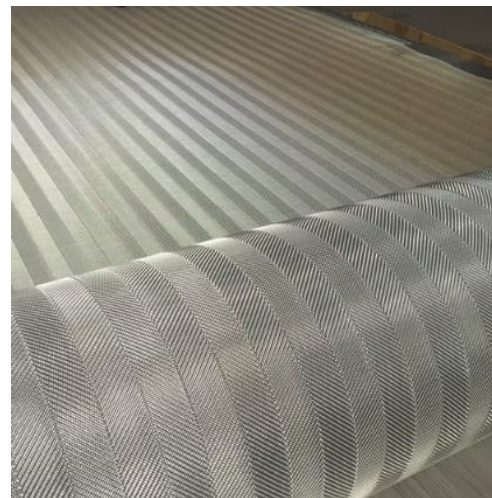
- a fő fémréteget elektromos áram hatására végbemenő elektrokémiai eljárással építik fel, ennek során az elektrolitoldatból kiváló fém a vezetővé tett műanyag/szál felületre rakódik
- az alkalmazandó fémeket tekintve a réz, ill. a réz/ón, réz/nikkel, továbbá az ezüst bevonatok terjedtek el
- a réz lehet önállóan, azonban más végső fémbevonat során mindig réz az alapréteg



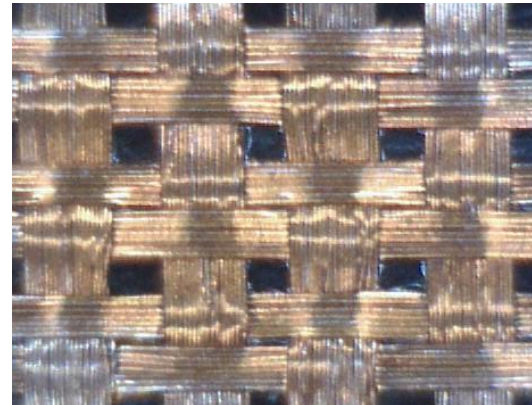
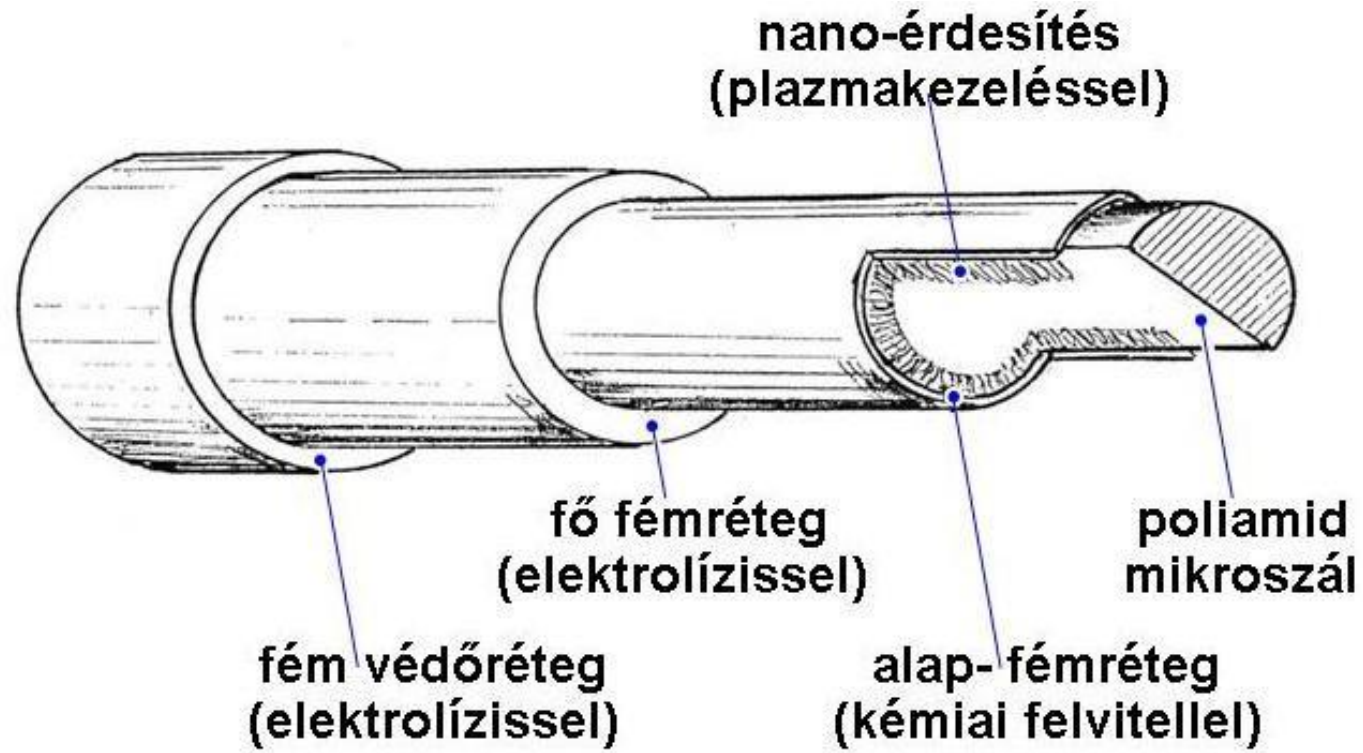
a réz főréteg felvitele elektrolízissel a szintetikus szálanyagra

A fémezett textíliák főbb jellemzői

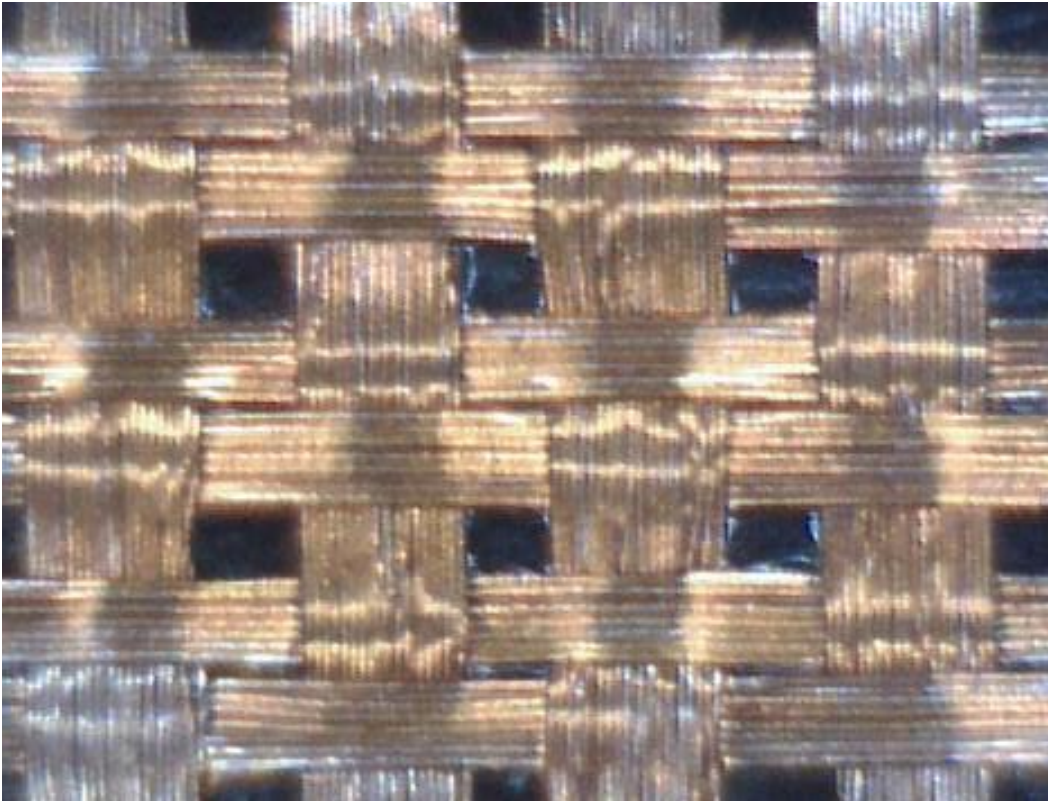
- a fémbevonatok a szál/textília tömegére viszonyítva rézzel végzett fémezésnél 20-35 g/m², ezüst fémezés esetén 7-12 g/ m²
- réz esetén a külső védőréteg szerves inhibitor (adott reakciót gátló, lassító anyag) nikkel ill. ón, lehet, ezüst esetén védőbevonat nélkül, vagy nikkel védőréteggel
- a fémezett textilanyagok ellenállása 0,1- 0,01 ohm/négyzetes vizsgáló felület
- a réz, mint gyógyító és elektromágneses árnyékoló, a réz/ón-, ill. réz/nikkel (mindig a réz az alapréteg) fémezett textilfelületek pl. mikrohullámú-berendezések szalag- és egyéb tömítéseiként kerülnek felhasználásra, az ezüstözött szálakat/fonalakat főként antisztatizáló jelleggel (szűrőszövetek, padlószőnyegek, üléskárpitok, stb.), ill. antimikrobális célokra alkalmazzák



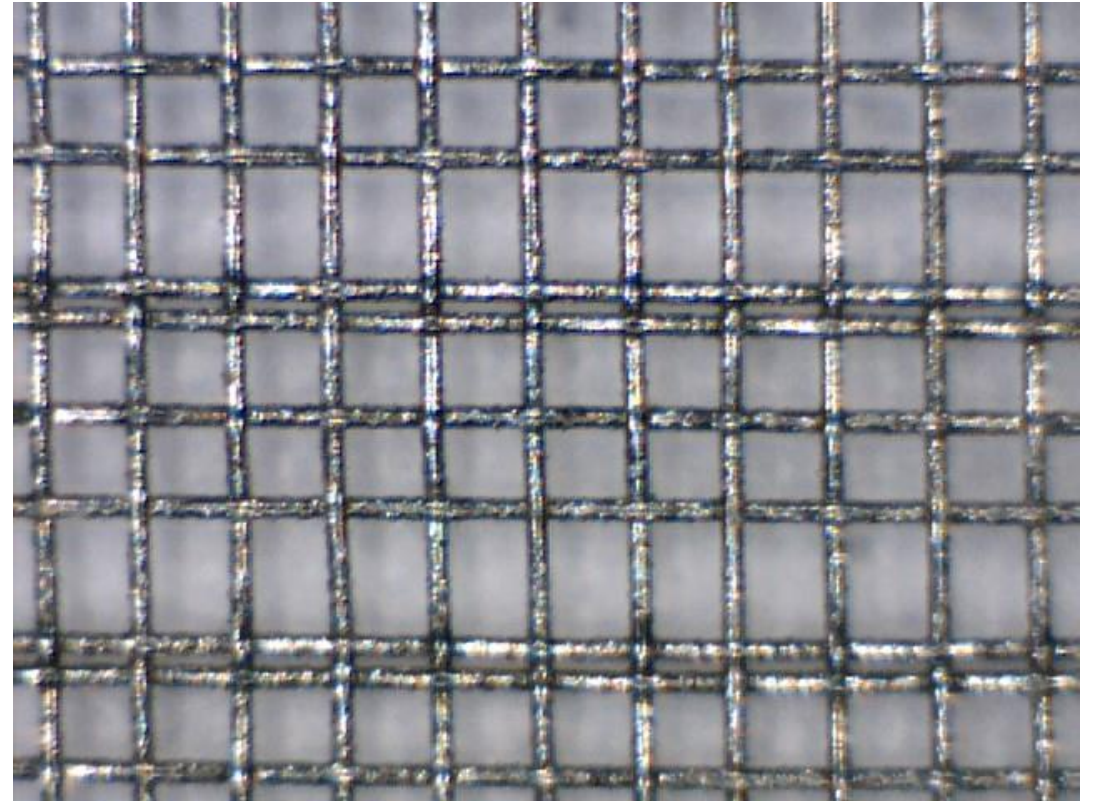
A fémezett szál felépítése



Fémezett szövetek mikroszkópi képei



rezezett poliamid (multifilament) szövet



rezezett poliamid (monofil) „rács” szövet
nikkelréteggel zárva

A rezezt összetett textilszerkezet előállítása



szén nanocső film
(polimer vékonyréteg)

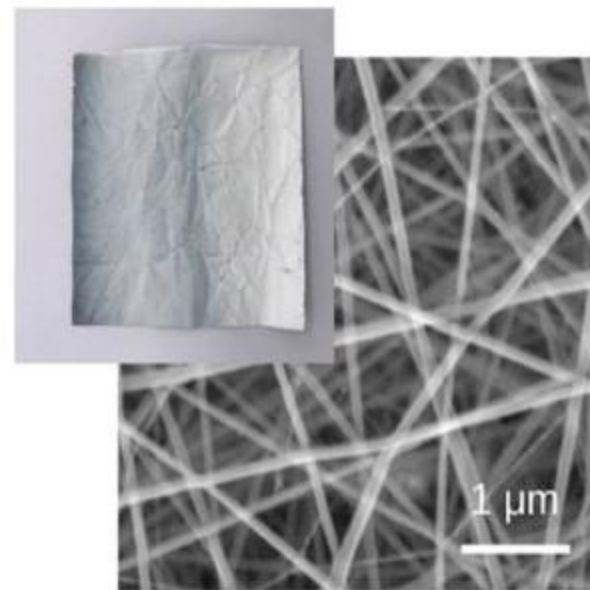
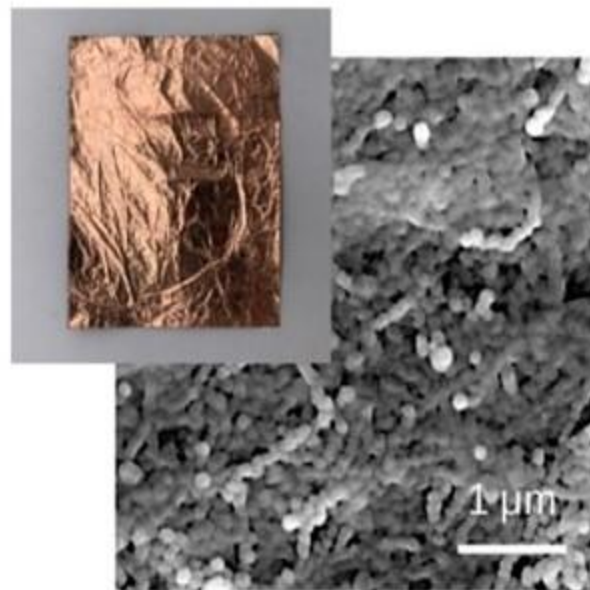
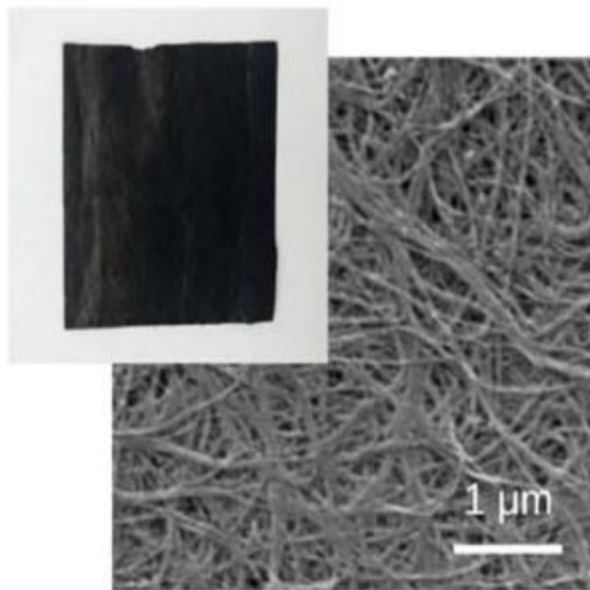


rézréteg felvitel



összetett szerkezet

poliamid 6 szálréteg
rézréteg
szén nanocső film
poliamid 6 szálréteg



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 fémzési 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**

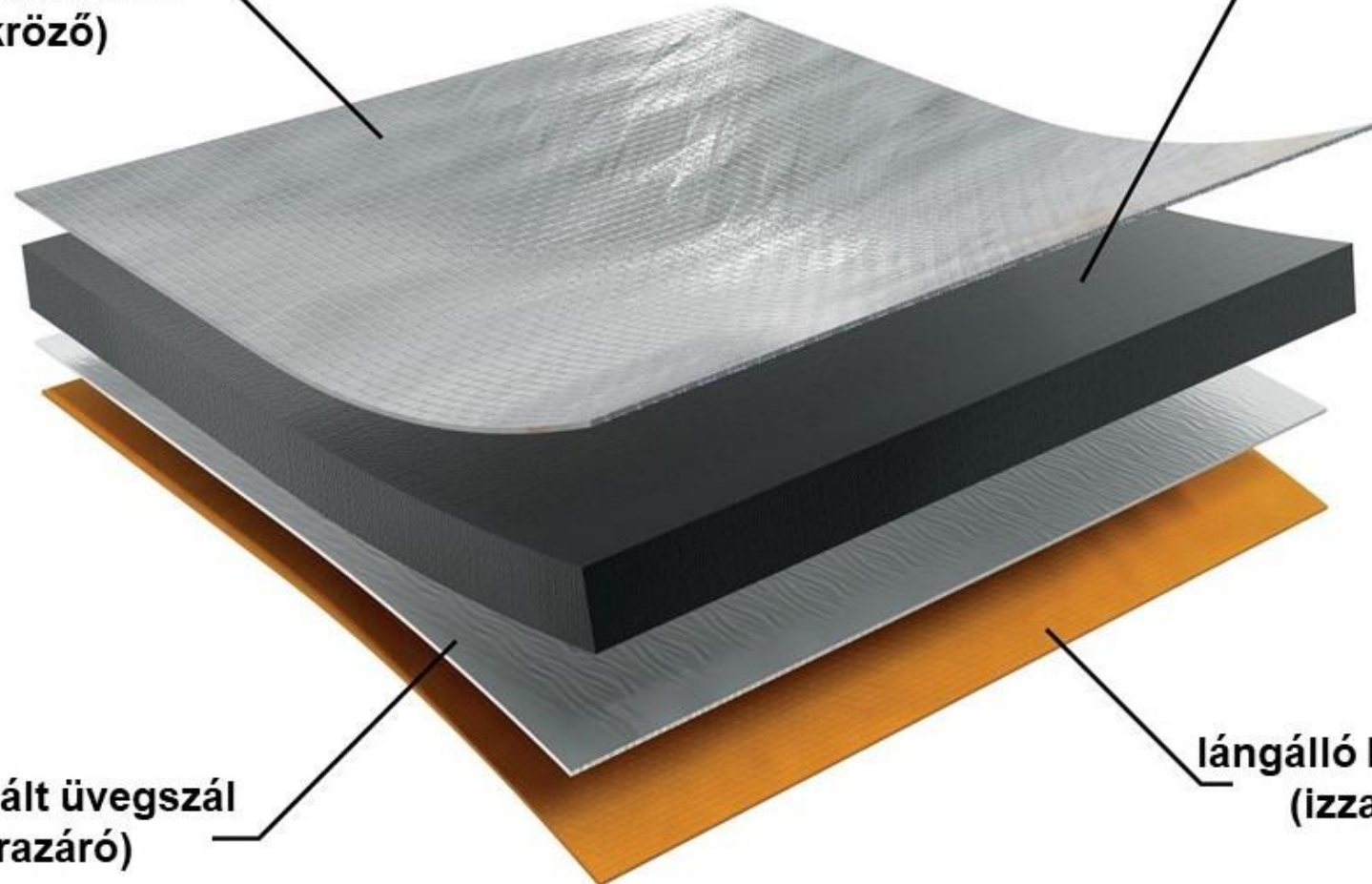
Reptéri tűzoltáshoz készült védőruha rétegszerkezete

aluminizált aramid
(sugárzási hőterhelés
visszatükröző)

szénszálból nemszőtt
réteg
(hőzáró)

aluminizált üvegszál
(párazáró)

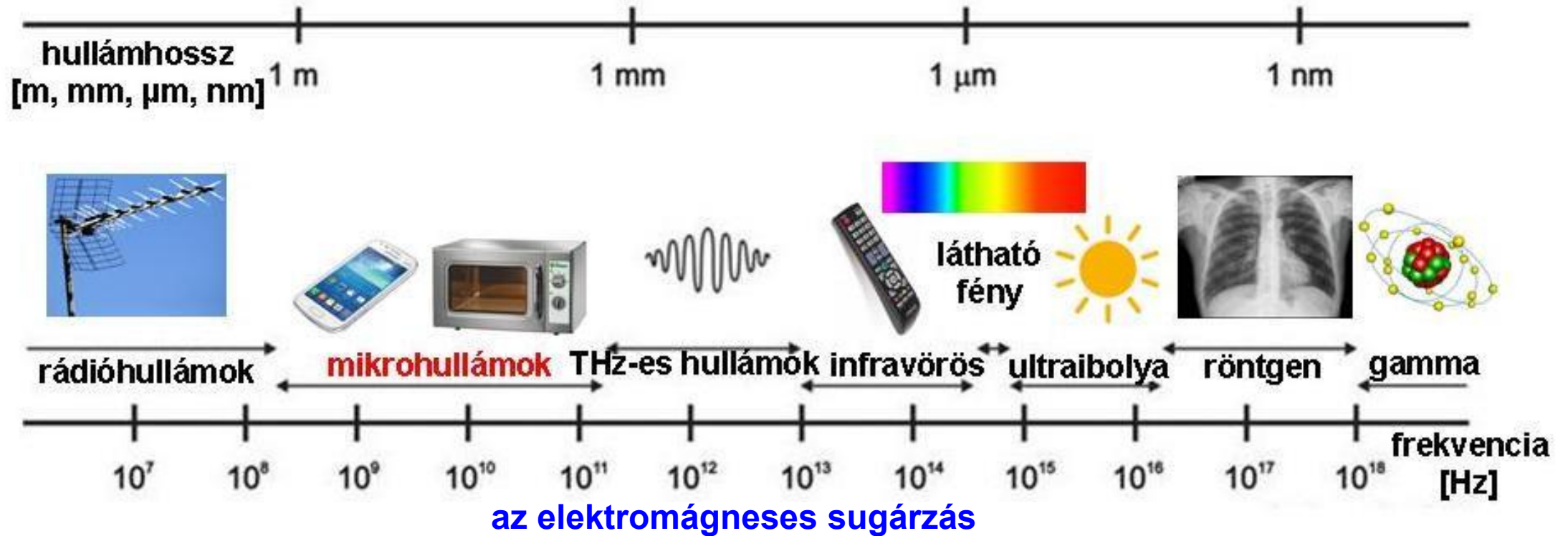
lángálló kikészítésű pamut
(izzadságfelvező)



Fémezett textíliák alkalmazása

A mikrohullámú sugárzás és hatása emberre (1)

- a mikrohullámok egyenes vonalban terjednek, jeltovábbító tornyok és műholdak nélkül Földön 50-60 km-es távolságra hatnak; a 30 cm-től 1 mm-ig terjedő hullámhosszúságú, 300-1 GHz frekvenciatartományú elektromágneses sugárzást nevezik mikrohullámnak



- a hullámhosszon, ill. rezgésszámon kívül az **intenzitás** (teljesítmény-sűrűség) rendkívül fontos, különösen a **10-1000 W/m²-es tartomány élőszervezetekre** kifejtett hatását fontos elemezni
- szűkítve az energiahatárokat, **100 W/m² fölött kimutatható az idegsejtekre** gyakorolt befolyás

A mikrohullámú sugárzás és hatása emberre (2)

- **500 W/m² -nél nagyobb energiabevitelnél káros túlmelegedések** tapasztalhatók a szervezetben
- így **nemcsak az elsődleges mikrohullámú igénybevétellel** kell számolni, hanem a **sugárzás elnyelődésével** összefüggő hőhatással is (a **nagy behatolási képesség** miatt a **belső szövetekre** gyakorolt károsító következmény fokozottan fennáll)
- a **fejlődési rendellenességek sokasodnak** a nagy energiájú **adó- és átjátszóállomások, lokátorok** környezetében, az **emberi elváltozások mellett az állatoknál mozgáskoordinációs zavarok, ill. súlyosabb idegkárosodások** is kimutathatók
- a **mikrohullámú berendezéssel** (nemcsak a mikrohullámú melegítő, ill. -sütő tartozik ide, hanem a mobiltelefonok, radarkészülékek, műanyaghegesztő berendezések, rádió-terápiás készülékek stb.) **dolgozó, ezek környezetében tevékenykedő** emberek körében jellegzetes **káros következményként** gyakori a **fejfájás, szédülés, alvási problémák, depresszió**, valamint előfordul a **szürke- és esetleg a zöld hályog** előfordulása is
- a **mobiltelefonok 800, 850, 1.800, 2.100 és 2.600 MHz-es sávokban** működnek, a készülékek **átjátszó tornyok** segítségével tartják egymás között a kapcsolatot
- a **mobiltelefonok sugárzása a fülhöz emelve** lehet kedvezőtlen, azonban a **mobiltelefon átjátszó állomások, év minden napján és órájában fokozott sugárzásnak** teszik ki az emberi szervezetet
- a **GPS rendszerek** műholdak segítségével adnak információkat (**1.575,42, 1227,6 MHz** frekvenciával)



A mikrohullámú sugárzás és hatása emberre (2)

- az átjátszó állomások nem azokra károsak, akik alatta laknak, hanem azokra, akik az átjátszó tornyokat hordozó épülettel szemben, vagy mellette élnek
- a minél közelebbi tartózkodás jelent fokozott kockázatot, mert annál nagyobb sugárzás éri ezeket az embereket
- a mikrohullámú melegítő, -sütő 2,45 GHz-es rádióhullámokkal forgatja és rezegteteti a melegítendő anyag dipólus molekuláit, amely hőfejlődéssel jár
- a Wi-Fi eszközök 2,4 GHz-en működnek
- így egyértelműen fontossá válik a fémezett textíliákkal végrehajtott elektromágneses árnyékolás a veszélyeztetett helyeken



- a 2,45 GHz-es mikrohullámú, 20 mW/cm^2 teljesítménysűrűségű impulzus már képes megváltoztatni, gátolni a régi típusú pacemaker kimeneti jelét

A Samsung, a Xiaomi és az Apple legsugárzóbb készülékei 2025-ben (W/kg - fülön mérve)

Forrás:
Német Szövetségi
Sugárvédelmi
Hivatal (BfS)

- nálunk a legtöbb a **Samsung**, a **Xiaomi** és az **Apple** telefon(a Samsung közel 40 %-ban, a Xiaomi 21 %-ban, az Apple is 20 % fölött)

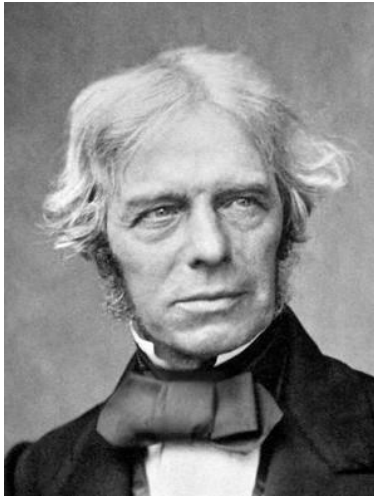
Samsung	W/kg
Galaxy S25	1,29
Galaxy S25 Plus	1,26
Galaxy S25 Ultra	1,25
Galaxy Z Fold5	1,24
Galaxy Z Fold6	1,24
Xiaomi	
Xiaomi Mi 9 SE	1,39
Xiaomi Mi 9T Pro	1,3
Xiaomi 15 Ultra	1
Xiaomi 14	1
Xiaomi 14 Ultra	1
Apple	
iPhone 16e	1,48
iPhone 16	1,24
iPhone 16 Pro	1,24
iPhone 16 Plus	1,24
iPhone 16 Pro Max	1,22

- az **Európai Unióban** a határérték **2 W/kg** (10 grammos testszöveten mérve)

- az **Egyesült Államokban** szigorúbb, a határérték **1,6 W/kg** (1 grammos testszöveten mérve)

Fémezett textíliák által nyújtott védelem - elektromágneses árnyékolástechnika (1)

- az **elektromágneses árnyékolástechnika** alkalmazása több területen kerül előtérbe, elvét tekintve egy **lehatárolt környezet** (pl. épületen belüli tér, falak, mennyezet, padozat alatti rész) levédése, vagy a **sugárforrás árnyékolása** lehet a feladat
- a **védelem** megoldható a védeni kívánt helyiség **fémezett textíliákkal** történő kitapétázásával (ablaknál fényáteresztő speciális fémezett hálóval)
- így árnyékolható le egy **műtőhelyiség, intenzív ápolásra** kialakított szoba, **nagyfrekvenciás fizioterápiás berendezést** magába foglaló **kezelőhelyiség** stb.
- a kedvező védőhatás a **Faraday-kalitka** elvén valósul meg



Michael Faraday
(1791-1867)



- a **Faraday-kalitka** az **elektromágneses hatás kiküszöbölésére** szolgáló, **fémhálóval körülvett térrész**, amelybe a **fémháló védőhatása** folytán a **külső elektromos erőtér nem hatol be**

Fémezett textíliák által nyújtott védelem - elektromágneses árnyékolástechnika (2)

- megoldás lehet egy **érzékeny berendezés köré** létesített, **fémezett textilből** kialakított burkolat, amely a **külső nagyfrekvenciás behatásoktól védi a műszert**
- ide sorolhatók a különböző **mikrohullámú berendezések nyílászárói** és egyéb szerkezeti részei, amelyeket ún. **nagyfrekvenciás tömítéssel** (öntapadó fémszövet-bevonatú szivacszalagok, fémezett tömítések stb.) látnak el
- hasonlóan hatékony **védőburkolatot** jelentenek a **fémezett textillel** kialakított **árnyékoló bevonatok** egyes **speciális kábeleken**
- **védőruházatként** a fémezett textíliából készített **felsőruházatok**, a **számítógépek előtt** dolgozó terhes nők **elektroszmog elleni** védelmét ellátó konfekcionált termékek, ill. a legkülönbözőbb **veszélyeztetett műszaki területen** tevékenykedők részére gyártott **védőeszközök** alkalmasak
- a fémezett textilfeület teljesen **megőrzi** az alapkelme **hajlékonyságát, rugalmasságát, esését, vízgőz- és légáteresztő képességét** és egyéb **fiziológiai jellemzőit**, konfekcionálása hagyományosan megoldható
- a **10-20-35 g/m²-es fémezési tömegnövekmény** egy átlagos (pl. 120-150 g/m²) **ruházati kelme területi sűrűségét 8-29 %-kal növeli**, ennek nincs számottevő hatása a késztermék viselési jellemzőire
- a **nagyfrekvenciás árnyékoló hatást** a **hangnyomásszintnél** ismert (a hullámmozgás azonossága alapján) **decibelben** határozzák meg (a „dB” teljesítményszintek hányadosának tízes alapú logaritmusa), az igényektől függően **40-80 dB-es árnyékolás** valósítható meg **50 MHz fölötti nagyfrekvenciás sugárzás** esetén

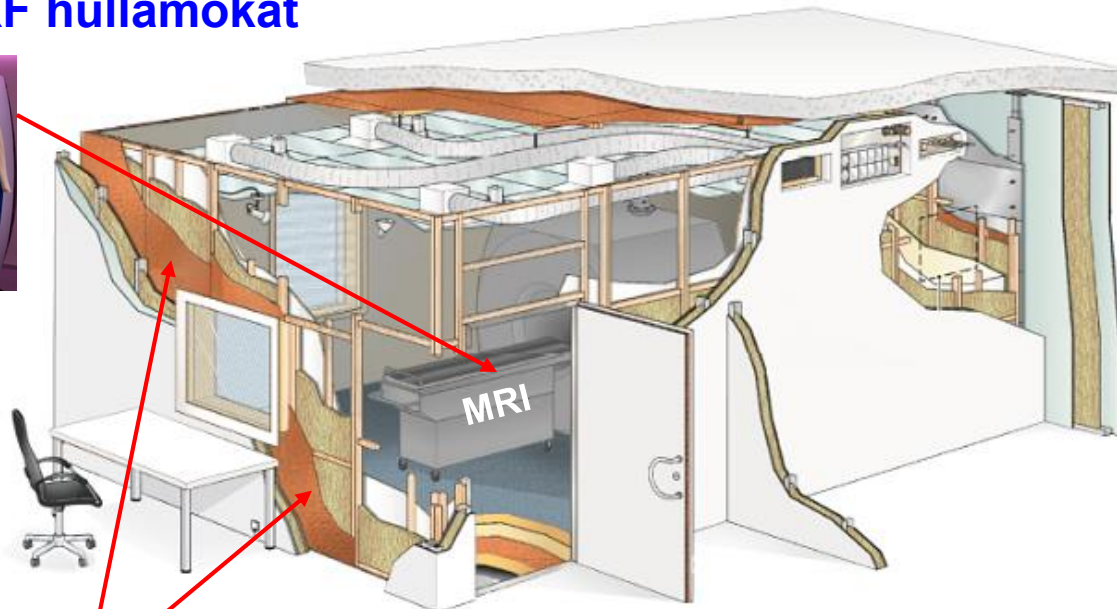


Fémezett textíliák által nyújtott védelem - elektromágneses árnyékolástechnika (3)

- a rádiófrekvenciás sugárzás (RF) leggyakoribb alkalmazása az orvostudományban a mágneses erőforrású képalkotás (MRI), amely diagnosztikai célú 3D-s képeket készít a személyről
- az MRI egy erős mágneses mezőt hoz létre, amely a testben lévő protonokat igazítja, majd érzékeli az energia felszabadulását, amikor a protonok visszatérnek egyensúlyi állapotba, így hoz létre képet a test belsejéről
- a képalkotó helyiségeket árnyékolják az RF hullámoktól, egyrészt hogy az MRI-ből a lehető legtisztább képet kapják, minimális mennyiségű háttér RF hullámra van szükség; másrészt az MRI erős elektromágnes használ (általában 0,5-2,0 Tesla erősségű), amely RF hullámokat hoz létre
- az RF hullámok interferenciát okoznak a környező területen lévő más elektronikával, ami nagyon káros lehet egy egészségügyi intézményben
- az árnyékolás megakadályozza, hogy az RF hullámok elhagyják a képalkotó helyiséget, valamint blokkolja a háttér RF hullámokat



MRI



rezezett textíliával árnyékolás

- a rádiófrekvenciás árnyékoláshoz leggyakrabban rezet használnak, mivel jó vezetőképességgel rendelkezik
- az ajtókat kifejezetten úgy tervezték, hogy vezetőképes tömitést tartsanak fenn, amikor az ajtó zárva van
- az ablakokat pedig vékony, kétrétegű fémhálóval ellátott átlátszó üvegből kell készíteni

Fémezett textíliák által nyújtott védelem - elektromágneses árnyékolástechnika (4)



**mobiltelefon sugárzása
elleni védelem
fémezett textilidommal**



**nagyfrekvenciás
sugárzás elleni
védőruházat**

Fémezett textíliák által nyújtott védelem - antisztatizálás

- az antisztatizálás területén szintén fontosak a fémbevonatú szálak, fonalak, textíliák
- különösen a hidrofób szintetikus szálakra jellemző a fokozott elektrosztatikus feltöltődés és kisülés szikraképződéssel jár
- a tűzveszély mellett az említett dörzselektromosság több elektronikai berendezés (pl. számítógépek stb.) működésére rendkívül kedvezőtlenül hat
- a fémezett textilanyagokkal a műanyagalapú textilszerkezetek jó vezetővé válnak, kiküszöbölhetők a szikrázások, kellemetlen érzést okozó sercegések
- így számos területen kerülnek alkalmazásra, pl. a repülőgépvülés-textilanyagok, számítógépterem-padlószőnyegek, egyéb kárpitok, szőnyegek, tűz- és robbanásveszélyes helyeken használt szűrőszövetek stb.
- az antisztatizáláshoz ezüstözött vágott szálak, fonalak használhatók mindössze 0,1 %-nyi fémezett szálasanyag felhasználással
- a szövetbe 1,5-2,0 cm-enként kvadratikusan beszótt ezüstözött fonalakkal, textil padlóburkolatban a fémezett szálak megfelelő eloszlásával érhető el eredményes hatás
- a fémezett szálasanyagok közreműködésével kialakított textilszerkezetek tisztításállósága is megfelelő, az antisztatizáló képesség a használat, gondozási műveletek során is hatékonyan megmarad

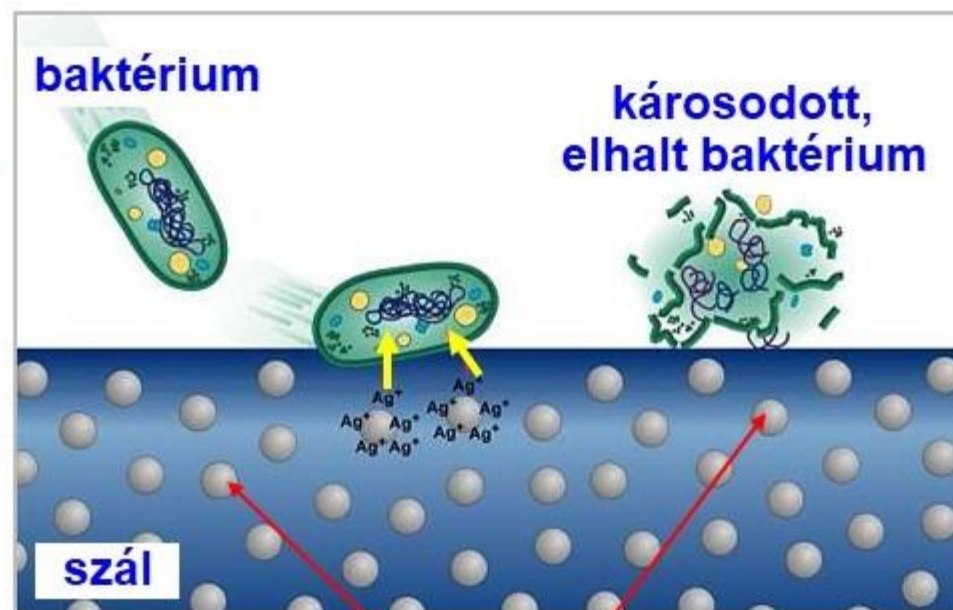


Fémezett textíliák gyógyító hatása - antimikrobális képesség (1)

- az ezüstözött textiltermékek a baktérium- és gombaölő hatása jól ismert, napjainkban közismerten alkalmazzák több területen
- főként külföldön használnak ezüstözött fonalakat tartalmazó kötszereket, főleg az égési- és egyéb nehezen gyógyuló sebek fedésére a fokozott baktérium pusztító hatás figyelembevételével
- alkalmaznak ezüstbevonatú poliamid textíliákat kötött kivitelben alsó- és hálóruházatnak, zokni céljára ill. szövött cikketek ágyneműhöz (matrac, huzat stb.) ekcémás-, gombás- és egyéb kórokozók által kialakult bőrbetegségek leküzdésére



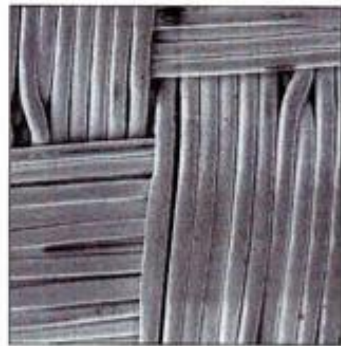
ezüstözött kötszer



ezüst nanorészecskék - AgNPs
a pozitív fémoon és a kórokozó
fehérje-vegyületével kapcsolatba lép



Fémezett textíliák gyógyító hatása - antimikrobális képesség (2)



**ezüstbevonatos
textilfelület**



**poliamid mikroszál
ezüst bevonat
érdesített szárfelület**



ezüstözött kelméből készült ruházat bőrbetegségek gyógyítására

A réz gyógyító hatása

- a réz katalizálja az ún. **SOD** (superoxide dismutase) **enzim működését**, így többek között az **ízületi gyulladással** megbetegedések **gyógyszermentes kezelésére** hatékony módszer
- hasonlóan előnyösen alkalmazhatók a „**textil-réz**” termékek **görcsök** (pl. különböző eredetű **fejfájások**) megszüntetésére, a **krónikus mozgásszervi problémák** (pl. meszesedés eredetű **gerinc- és ízületi megbetegedések, reumatikus elváltozások, törések- rándulások utáni állapot, izomkötöttség** stb.) okozta kellemetlenségek felszámolására
- a réz **8000-szer jobban vezeti a hőt** a **textilanyagoknál**, **hőkiegyenlítő hatásaként** szűnnek meg a **görcsös állapotok**; a **bőr vérátáramlását** jelentősen **serkentő rezezett textil** a **kisugárzott hő nagy részét is visszaveri** (a **hatékonyabb oxigén átadásnak**, a **meleg közismert fájdalomcsillapító hatásának** köszönhető a **kedvező eredmény**)
- a **rézről bizonyított továbbá az immunrendszer aktivitását növelő hatás**



Felhasznált irodalom

- https://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=metals_crystal_structure
- https://textilelearner.net/metallic-fiber-types-properties/#google_vignette
- https://www.researchgate.net/figure/Strategies-of-metallic-fabrics-a-Pure-metallic-fibers-Reproduced-with-permission-from_fig3_333502556
- <https://www.mdpi.com/2072-666X/12/8/990>
- <https://www.mdpi.com/2079-6439/11/3/29>
- https://zelouffabrics.com/blogs/news/what-is-lurex-fabric-all-about-this-sparkly-gem?srsId=AfmBOoprPVRr3sr-YNab49pMOf44Wj4MGJxskW8gxMNtKQ_sgQPMhF1A
- Bajor András – dr. Farkas Sándor: Műanyagok galvanizálása, Híradástechnika, XXX. évf. 1979. 4. szám
- Kutasi Csaba: Mitől véd a fémezett textília? Magyar Textiltechnika 2017/1.
- Kutasi Csaba: Fémezett szálanyagok és textíliák, Magyar Kémikusok Lapja, 2019. december
- Lorix Kft. termék leírásai



Köszönöm szíves figyelmüket!

kutasicsa@gmail.com