

A nanotechnológia újabb eredményei a textiliparban

A nanotechnológia alkalmazása korunk nagy tudománya, amely a textiliparban is egyre szélesebb körben teret nyer. Ez elsősorban a szálgyártás, a kikészítés és a bevonatkészítés területén figyelhető meg. Az ezzel foglalkozó kutatók igen nagy jövőt jósolnak ezeknek az eljárásoknak és az e téren folyó kutatásokra a fejlett országokban nagy összegeket fordítanak. Egy statisztikai adat szerint 2003-ban a világon az államilag finanszírozott kutatásokba összesen mintegy 3 milliárd dollárt fektettek be és ehhez járultak a privát cégek saját kutatásai, amelyeket szintén nagy anyagi ráfordításokkal folytatnak.

A nanotechnológia az 1–100 nanométeres mérettartományba eső anyagok megismerésének és alkalmazásának tudománya, ahol egyedülálló jelenségek új alkalmazási lehetőségeket nyújtanak. A nanométer (rövidítve: nm) a méter ezermilliomod, a milliméter milliomod, a mikrométer (μm , röviden: mikron) ezred részét jelenti. A nanotechnológia tehát a 0,001–0,1 μm nagyságrendű méretekkal dolgozik. Csak hogy valami fogalmat alkothassunk: az emberi hajszál vastagsága mintegy 100.000 nm (0,1 mm) nagyságrendű!

Nanoszálak

A textiliparban „nanoszálaknak” nevezik az olyan szálakat is, amelyek átlagos átmérője nem nagyobb 1 μm -nél és hosszúságuk legalább 100-szorosa az átlagos átmérőnek.

Számos helyen foglalkoznak a nanotechnológia felhasználásával mesterséges szálak készítésére. Az ilyen irányú kísérletek Amerikában már az 1940-es években megkezdődtek és az így készült szálakat a II. világháború alatt tengeralattjárókban a levegő tisztítására akarták felhasználni. Két eljárást



2. ábra

is kidolgoztak, az olvadékból, forró légáramlattal történő szálhúzást („meltblowing”), valamint az elektromos térben – szintén olvadékból – történő szálhúzást („electrospinning”).

Alapvetően két lehetőség van nanoanyagok előállítására: az egyiknél (az ún. „felülről lefelé” módszernél) a kiinduló anyagot bontják le mind kisebb és kisebb részecskékre, mindaddig, amíg elérnek a nano nagyságrendig, a másiknál (amit „alulról fölfelé” módszernek neveznek) az anyag molekuláris vagy atomi méretű egységeiből kiindulva építik fel a terméket. Az első eljárást alkalmazzák például a szén nanocsövek előállítására, mert ezeknek igen nagy a szakítószilárdsága. A polimerekből készített nanoszálak esetében a második módszer használatos, mert ezeknek nincs nagy szakítószilárdsága. Erre ez idő szerint ötféle gyártási eljárást használnak:

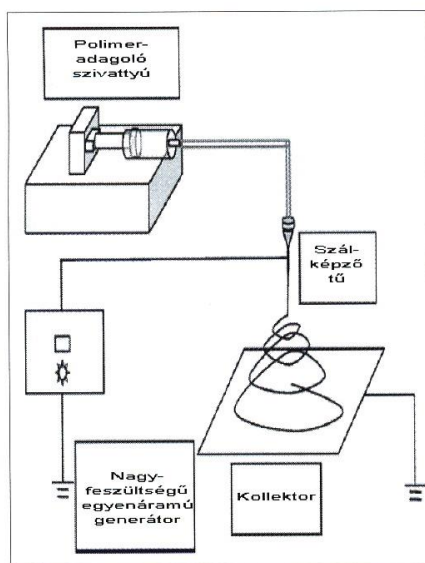
- az ún. dendritkristály-képzést,
- az elektromos térben történő szálképzést,
- a fibrillálást,

- az olvadékból történő szálképzést és
- a bikomponens szálak felbontásával történő nanoszál-előállítási módszert.

A dendrit faágakhoz hasonló kristályképződmény. Ilyen kristályok polimer oldatból is készíthetők, ha az oldatot szétterítik egy felületen és meghatározott körülmények között eltávolítják belőle az oldószert. A visszamaradó polimer szálak vagy film formájában nanométer nagyságrendű dendritként marad vissza. Ezt a módszert alkalmazzák például szennyztisztító kelmék készítésére.

Az elektromos térben történő szálképzésnél a felhígított polimer oldatot egy körkörös mozgó szálképző tű nyílásán préselik át, ahonnan csepp alakjában lép ki (1. ábra). A szálképző tű alatt egy lemez (az ún. kollektort) helyeznek el és köztük nagy feszültségű elektromos teret létesítenek. A polimeroldat-csepp lefelé haladtában az oldószert elpárolog és az elektromos erőter hatástalanítja a

1. ábra



Eljárás	Szálátmérő	Szálhossz	A szálak szakító szilárdsága
Szálképzés elektromos térben	50–300 nm	néhány cm	gyenge
Szálképzés olvadékból	250–2000 nm	néhány cm	gyenge
Fibrillálás	50–500 nm	0,5–8 mm	nincs adat
Bikomponens (INS)	300–2000 nm	0,5 mm-től néhány cm-ig	2–5 cN/dtex

1. táblázat

folydék felületi feszültségét, így az szállá nyúlik és a levegőn meg is szilárdul. Ily módon 5 nm-től néhány mikronig terjedő vastagságú szálakat tudnak előállítani, amelyek méretei és tulajdonságai a polimertől és a berendezés műszaki adottságaitól függenek. Ezt a módszert nagyon sokféle polimer esetében alkalmazni lehet.

A fibrilláció – azaz a szál szétदारabolása az öt alkotó fibrillákra (2. ábra) – főleg a lyocellnél és az akrilszálaknál alkalmazható, de alkalmasnak bizonyult folydékkristályos polimerből (LCP), sőt pamut- és facellulóz keverékéből álló szálaknál is.

Az olvadékból történő nanoszálképzés a leggyakrabban alkalmazott eljárás, amivel általában 2–5 µm átmérőjű szálak állíthatók elő. A szálképzés elvileg ugyanúgy történik, mint a szokványos szintetikus filamentek gyártásánál, csak itt a szálképző fej nyílásai sokkal kisebbek.

Ugyancsak elterjedt – és ez idő szerint a legtermelékenyebb – módszer a nanoszálaknak bikomponens szálakból történő előállítása. Erre az ún. „szigetek a tengerben” (islands-in-a-sea, INS) típusú bikomponens szálakat alkalmaznak, amelyek keresztmetszetében az egyik komponens mint apró „szigetek” halmazát jelenít meg az azokat körülvevő másik anyagban, a mátrixban, „tengerben” (3. ábra). A két komponens különböző anyagú, pl. poliamid ill. poliészter, vagy két különböző típusú poliészter, amelyek közül a „tenger” anyaga könnyebben oldható. A „szigeteket” körülölelő mátrix anyag kioldása után az eredetileg összefüggő szál elemeire bomlik és a „szigeteket” alkotó megmaradt komponens rendkívül vékony szálak formájában elkülönülve jelennek meg. Ezzel a módszerrel készítenek mikroszálakat, amelyeknél a „szigetekből” keletkező egyedi szálak 1 dtex alatti finomságúak, de újabban készítenek így nanoszálakat is, ahol maga a kiinduló bikomponens fonál már a mikroszál kategóriájába tartozik és benne akár néhány

száz „sziget” is van, amelyek átmérője tehát már a nano tartományba esik. Előnye ennek a módszernek, hogy az így nyert nanoszálak vastagsága a hosszuk mentén egyenletes, szemben a többi eljárással, ahol ez kevésbé biztosítható.

A különböző eljárásokkal készített nanoszálak néhány jellegzetes tulajdonságát az 1. táblázat foglalja össze.

Mindezekkel az eljárásokkal ez idő szerint olyan szálakat tudnak előállítani, amelyeket a textilipar különleges nemszőtt kelmék gyártására használhat, amelyekből azután szűrőbetétek, bőrtáncatok, gyógyászati eszközök (kötszerek) készíthetők. A szűrőbetétek és a kötszerek esetében az a nagy előny, hogy rendkívül kis méretű részecskék kiszűrését teszik lehetővé, akár még mikrobákét is.

Nanotechnológia a textilkikészítésben

A nanotechnológia alkalmazásával javítani lehet a textiliák fogását, tartósságát, lélegzőképességét, vízlepergető képességét, lángállóságát, mikrobákkal szembeni ellenállását, az ibolyántúli sugárzás elleni védő hatását stb. A nanotechnológia alkalmazásának célja lehet halmazállapot-változó anyagok beépítésével a hőszabályozás megoldása, vagy az elektrosztatikus felöltődés csökkentése.

A nanotechnológiával készített anyagok felvihetők a szálgyártásban vagy a kelme kikészítési folyamatában (a mosás vagy a színezés során) is. Az utóbbi esetben például az ezüst tartalmú szerek tartósan megkötnek a pamuton, gyapjún, viszkóz-, poliamid- vagy akrilszálakon is. Készülnek olyan termékek is, amelyek segítségével a poliészter- vagy poliamidfonalak ill. -kelmék mikrobaellenes vagy nedvességszabályozó tulajdonságai javíthatók és akár 50–75 mosást is kibírnak.

Komoly eredmények születtek például olyan, a nanotechnológia alkalmazásával előállított kikészítőipari segédanyagok terén, amelyek mikrobaellenes tulajdonságokat adnak a textiliáknak. Ezekben nanométer méretű ezüstrészecskék vannak, amelyeket már a szálképzésnél lehet hozzáadni a szálak anyagához, mégpedig olyan finom és egyenletes eloszlásban, hogy a szál egyéb tulajdonságait gyakorlatilag nem befolyásolják.

Az amerikai Cornell Egyetemen kísérletképpen pamutszöveteket először 10–20 nm méretű ezüst nanorészecskékkel teltették és pozitív elektrosztatikus töltéssel látták el, majd ezt a szövetet negatív töltésű ezüstrészecskéket tartalmazó fúrdőbe helyezték. A két ellentétes töltésű ezüstrészecskéek vonzása miatt ezek szilárdan megkötődtek a textilián, amely ezentúl minden olyan előnyös tulajdonsággal rendelkezik, ami az ezüst bevonattól várható: antibakteriális hatású és emellett – az apró ezüstszemcséknek a felületen történt elhelyezkedése miatt – szennyasztító is („lótuszlevél” hatás). Hasonlóképpen elkészítettek egy másik bevonatot is, itt 5–10 nm méretű palládium nanorészecskéket használtak. Megállapították, hogy ez a szmogban terjedő egészségre káros gázokat oxidálja és ezáltal védheti az ilyen ruha viselőjét ezek hatásától. Mindemellett a fémrészecskék alkotta bevonat folytán egészen különleges színhatásokat is elértek. Ezeknek a jótékony hatásoknak azonban nagy ára van: egy ily módon kezelt pamutszövet ára négyzetméterenként mintegy 10 ezer dollár...

Lázár Károly

Források:

International Fiber Journal, 2008/1

<http://meeng.technion.ac.il/Home/News/Gecko%20poster.pdf>

<http://www.efcfibers.com/eftec.pdf>

<http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=794>

3. ábra

