

A textilanyagok elektrosztatikus feltöltődése

A szálanyagok jó részének kiváló elektromos szigetelő tulajdonságai vannak, így széles körben alkalmazzák őket – épp e tulajdonságukat kihasználva – a villamosiparban. Ez a tulajdonságuk azonban több szempontból hátrányos is lehet, mert a rossz villamos vezetőképeség miatt a szálak sztatikus elektromossággal töltődnek fel, ennek következtében magukhoz vonzzák a szennyeződések, rétegeik egymáshoz tapadnak, mozgásukkor szikrák keletkeznek, ami akár tüzet is okozhat. Ez a viselkedésük a feldolgozást és a használatot egyaránt nehezítheti, akár hátrálthatja, vagy veszélyessé is teheti, ezért a textiliparban erőteljesen küzdenek a jelenség fellépése ill. hatásai ellen.

A feltöltődés okai

Az elektrosztatikus feltöltődés az anyagok atomszerkezetének villamos tulajdonságaival magyarázható. A negatív töltések hordozói az atomok elektronjai, amelyek könnyen mozoghatnak, a pozitív töltéshordozók többnyire a protonok. Normális állapotban az anyagban a pozitív és negatív töltések egyenlő mennyiségűek, egymást lekötik, és kifelé az anyag nem mutat villamos tulajdonságot. A villamos tulajdonság jelentkezéséhez szükséges, hogy az anyag pozitív és negatív töltését valamilyen módon szétválasszuk és az egyik töltésrészt megosztás útján eltávolítsuk.

Az elektrosztatikus feltöltődés az a folyamat, amelynek következtében az anyagban egyensúlyban levő pozitív és negatív villamos töltések dörzsölés, nyomás, érintkezés, szétválasztás stb. hatására megosztódnak. Az egymással érintkező két test a dörzsölés vagy szétválasztás után azonos nagyságú, de egymással ellentétes előjelű villamos töltést mutat.

A textília villamos töltődési hajlama függ az érintkezés alkalmával keletkezett potenciáltól, aminek nagyságát a nedvességtartalom befolyásolja. Száraz levegőben a tiszta töltésmegosztás van túlsúlyban, ami az érintkezési potenciáltól függ. Nagyobb légnedvesség-nél a textília vezetőképesége és ezzel töltéselvezetési hajlama növekszik. Minél kisebb a textilanyag vezetőképesége, annál nagyobb a töltésfelhalmozódás és annál kisebb a töltésvesztés.

Az elektrosztatikus feltöltődés mérésére két alapvető eljárás ismeretes. Vezetőképes anyagok (például fémek) esetében közvetlenül azt

mérik meg, hogy a vizsgált anyag és a föld között mekkora feszültség uralkodik, és ebből számítják ki a töltés nagyságát. Elektromosan nem vezető anyagoknál – mint amilyen a textilanyagok legtöbbje – erre a közvetlen mérésre nincs mód, azonban a töltések a textília felületén elektromos mezőt hoznak létre, aminek intenzitása arra alkalmas műszerrel mérhető, és ebből következtetnek a töltés nagyságára.

A természetes szálanyagok szabványos légköri viszonyok mellett általában csak csekélyebb mértékben töltődnek fel, míg a mesterséges szálanyagok elektrosztatikus feltöltődésre rendkívül hajlamosak. Az 1. táblázat egyes szálanyag csoportok fajlagos villamos ellenállását tünteti fel. A sorozat szélső szálanyag csoportjai határozott hajlamot mutatnak pozitív ill. negatív feltöltődésre. A középső csoportot képező cellulóz alapú szálanyagok töltődési hajlama nem ilyen jellegzetes, ezeknek a legkisebb a fajlagos villamos ellenállása. Minél nagyobb a szál villamos ellenállása, annál nagyobb mértékben hajlamos a feltöltődésre. A sorozat szélső szintetikus szálanyag csoportjai hajlamosak a legnagyobb feltöltődésre és a leg-

ellen felvitt vegyszerek stb.). Megfigyelték például, hogy a feltöltődés függ a kelme színétől is. Egy vizsgálat során azt tapasztalták, hogy egy sötétkékre színezett kelme töltése akár 35-szöröse is lehet annak, mint amit fehérített állapotban mértek;

- a feltöltődési hajlam kikészítési tételek között is változhat. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy milyen fontos a technológiai előírások szigorú betartása, a kezelések azonossága tételek között;
- nedvszívó anyagok esetében a relatív légnedvességnek is nagy szerepe van az elektrosztatikus feltöltődés alakulásában, mert a levegő nedvességtartalma segíti a töltések elvezetését. Kisebb relatív légnedvesség esetén a feltöltődési hajlam nagyobb.

A feltöltődés hátrányos hatásai

A textilanyagok elektrosztatikus feltöltődése több szempontból is zavarja a feldolgozhatóságot:

- a sodratlan vagy csak kevésbé sodrott szintetikus filamentfonalak elemiszálai szétválhatnak, a fonal „felfúvódhat”,
- a kelmerétegek összetapadnak,

Szálanyag csoportok: a sztatikus töltődési feszültség sorrendjében	Fajlagos villamos ellenállás nagyságrendje (ohm-cm)
Pozitív vég	
↑ - poliamid	$10^{11}-10^{12}$
↑ - gyapjú	$10^{10}-10^{11}$
0 - pamut, viszkóz	10^7-10^8
- acetát	10^{11}
- poliészter	10^{14}
- poliakrilnitril	10^{14}
- polivinilklorid	10^{14}
- poliolefin	10^{15}
Negatív vég	

1. táblázat. Egyes szálanyag csoportok fajlagos villamos ellenállása

lassúbb töltésleadásra.

A textíliák feltöltődésének mértéke tehát elsősorban anyagok tulajdonságaitól függ. Emellett azonban több más tényezőnek is fontos szerepe van:

- befolyásolja a feltöltődési hajlamot, hogy milyen egyéb molekulák fordulnak elő a szálanyagban vagy annak felületén (színezékmolekulák, sók, kikészítési segédanyagok, fonóolaj maradványok, éppen a sztatikus feltöltődés

- a kelme hozzátapad az asztalhoz vagy a munkás kezéhez,
- az összetapadt kelmerétegek szétválasztásakor szikrázás keletkezik, ami szerencsétlen körülmények között akár tüzet is okozhat,

- ha a feltöltődött anyaghoz hozzáérnek, gyenge áramütés érheti az embert, ami önmagában ugyan veszélytelen, de az ijedség folytán esetleg balesetet is előidézhet,

- a kelme magához vonzza a szennyeződések, idegen szál- és fonalmaradványokat, amiket azután nagyon nehéz eltávolítani,

- a feltöltődés a kelmerétegek nemkívánatos elmozdulásához, széleik besodródásához vezethet,
- a feltöltődés nehezíti a kelme szabályos, pontos feltekerését,

- a fellépő problémák lassítják a munkát.

A feltöltődés elkerülése ill. hatásának csökkentése

Alapvetően kétféle módszer van a sztatikus feltöltődés elkerülésére ill. csökkentésére:

- a levegő vezetőképeségének növelése relatív nedvességtartalmának növelésével vagy ionizálásával, valamint

- a szálanyagok vezetőképeségének növelése utólagos kezeléssel (feltöltődést gátló, ún. antistatizáló szerek felvitelével), vagy a szálszerkezet olyan módosításával, aminek következtében maga a szál válik vezetőképesé.

A levegő relatív nedvességtartalmának növelése megfelelő klímaberendezés vagy legalábbis légnedvesítő berendezés használatával lehetséges.

Az ionok elektromos töltésűvé vált atomok vagy molekulák, amelyek pozitív vagy negatív töltésűek lehetnek. Azt, hogy ilyenek keletkezzenek a textilanyag környezetében, például ún. koronakisülés létrehozásával lehet elérni. (A koronakisülés elektromos vezetőt körülvevő gázban – pl. levegőben – fellépő villamos kisülés, amely általában a vezető közvetlen környezetére korlátozódik, ahol az elektromos télerősség egy bizonyos értéket meghalad.) Ezt a módszert alkalmazzák például felvetőgépeken. A fonalsereg alatt, mielőtt a fonalak a lánchengerre feltekeréselődnének, egy rudat helyeznek el, amelyből felfelé hegyes tűk állnak ki. A készüléket nagyfeszültség (10 000–15 000 V) alá helyezik, ennek hatására a tűk hegyén koronakisülés keletkezik, ami a környező levegőt ionizálja és ezzel elősegíti a tűk fölött áthaladó fonalakról a töltések elvezetését. Alkalmazznak ilyen készüléket kelmpályákhoz is, egyes kikészítő- vagy átnézőgépeken. (A nagy feszültségű áram ellenére a készülék az emberi szervezetre nézve veszélytelen, mert a koronakisülés áramerőssége igen kicsi.)

A kezelésre használt anyag	Sztatikus töltés (tetszőleges egységben) 50% relatív légnedvességnél, ha a fonalsebesség 180 m/min		
	viszkóz	acetát	poliamid
kezeletlen	47	60	128
higroszkópos sók	17-38	0-29	3-19
polialkoholok	45-46	22-33	92-98
szappanok	35-48	21-32	64-88
szulfonált zsírkészítmények	34-52	16-32	32-85
nem ionogén készítmények	31-42	18-43	22-78
kationatív készítmények	32-54	15-38	31-62

2. táblázat. Antisztatizáló szerek hatása a sztatikus feltöltődésre

A kémiai úton elért antisztatizálás a hatását többféleképpen érheti el: növelheti a szál anyagának vezetőképeségét (pl. a nedvszívó képesség fokozásával), csökkentheti a szálban a töltések megoszlását, vagy csökkentheti a szál sűrűlási tényezőjét. Mindezekre ma már ismertek megfelelő vegyszerek, amiket a szál- ill. fonalgártás, vagy a kelme kikészítése során visznek fel az anyagra. Néhány ilyen készítmény hatását a 2. táblázat mutatja. Fontos, hogy ezek a segédanyagok szükség esetén könnyen kimoshatók legyenek, ne lépjenek kölcsönhatásra a textílián lévő más segédanyagokkal (olajokkal, paraffinnal, iranyaggal stb.), ne zavarják a színezést vagy fehérítést, bírják a hőkezeléseket, ill. kész kelme esetében megfelelően kifejtsék hatásukat a továbbfeldolgozás (konfekcionálás) során is.

Az utóbbi időkben terjedtek el olyan szintetikus szálanyagok, amelyeket már gyártásuk során antisztatikus tulajdonságokkal látnak el, vagyis amelyekben olyan kiegészítőanyagok vannak, amelyek növelik a szál vezetőképeségét. Ezek anyagába vagy vizet megkötni képes molekulacsoportokat építenek be, amiktől a szál nedvszívóvá válik és ez a nedvesség segít eltávolítani az elektromos töltéseket, vagy vezetőképesé teszik a szál alkotó polimert.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott szintetikus szálanyag, a poliamid esetében például – amely egyébként nagyon erősen hajlamos az elektrosztatikus feltöltődésre – kidolgoztak olyan eljárásokat, amelyekkel a feltöltődést még 20–30% relatív légnedvesség esetén is sikerül az alá a határ (2000 V) alá szorítani, amelynél zavaró hatása már megnyilvánul.

A szintetikus szálanyagok esetében alkalmazott eljárások egy része azon alapul, hogy olyan adalékanyagot adnak a szál alkotó polimerhez, amely egyfelől kötődik a polimer molekulához, másfelől vizet megkötni képes csoportokat tartalmaz. Az ily módon a szálhoz kötött víz elvezeti a töltéseket. Ennek a megoldásnak az a hátránya, hogy nem elég tartós, és hatása a légnedvességtől és a hőmérséklet alakulásától függ.

Tartós antisztatizáló hatást szénrészecskéknek a szál alkotó polimerbe való beépítésével érhetnek el, kihasználva a szén kiváló elektromos vezetőképeségét. Más eljárásnál már eleve vezetőképes polimer alkalmazásával érik el a kívánt hatást. Ezekkel az eljárásokkal a szálak fajlagos ellenállása az eredeti 10^{14} -ról 10^8 – 10^{11} ohm-cm-re módosítható, ami igen jelentős, 3–6 nagyságrendnyi csökkenést jelent. Készítenek bikomponens szálakat is, amelyek egyik összetevője

„szokványos” polimer (pl. poliészter), s ez köpenyszerűen vesz körül egy elektromosan vezető magot. Más megoldásoknál fémszálakat fonnak bele a fonalba, vagy ezüsttel, rézszulfiddal vonják be a szálat, így téve azokat vezetőképesé.

Tekintettel arra, hogy az elektrosztatikus feltöltődés egyes felhasználási területeken nagyon komoly problémákat okozhat – és ebből a szempontból a figyelem elsősorban a műszaki textíliákra és a lakástextíliákra irányul, de fontosak a ruházati cikkek is –, a szálgyártók és a kikészítési segédanyagokat gyártó cégek igen nagy energiát fektetnek az ennek kiküszöbölésére irányuló kutatási és fejlesztési

munkákra, és nap mint nap olvashatunk az e téren megjelenő újdonságokról.

Felhasznált irodalom:

Chemical Fibers International, 2004. szept.
Fourné, F.: Synthetische Fasern
Gyimesi J.: Textilanyagok fizikai vizsgálata
International Textile Bulletin, 2004/5
Jederán M., Tárkony F. (szerk.):
Textilipari kézikönyv
Kosłowski, H.J.: Chemiefaser-Leukon

Lázár Károly