

Szálak és fonalak tulajdonságai, módosítási lehetőségei

Szabó Rudolf

Rejtő Sándor Alapítvány

Szabó Lóránt

Óbudai Egyetem RKK KTI

Kulcsszavak/Keywords: Szálak tulajdonságai, Terjedelmesítés, Burkolás, Pontrögzítés
Fiber properties, Texturizing, Covering, Intermingling

A fonalak és cérnák szerkezetét, kiserelési formáját töretlenül fejlesztik, egyre több új eljárást alakítanak ki, a feldolgozási és a felhasználási igények jobb megfelelésére törekednek. A fonallal kapcsolatos főbb műveletek az alábbiak:

- egyesítés,
- cérnázás,
- fonalfeszítés/nyújtás,
- terjedelmesítés (texturálás),
- burkolás, körülfonás,
- légfúvós burkolás (elasztánfonalak),
- légsugaras kuszalás (pontrögzítés) (multifilament fonalaknál),
- kenés, írezés, paraffinozás (sizing),
- fehérítés, színezés, gőzölés,
- szárítás,
- hőrögzítés,
- zsugorítás,
- fibrillálás (rostosítás),
- perzselés,
- fonalbolyhozás,
- terítés.

1. A szálak jellemzői

A mesterséges szálak gyártása során oldással vagy olvasztással folyékony állapotú, szűrt viszkózus alapanyagot a szálhúzó fejen a nagyszámú, kis átmérőjű (40–60 μm) nyíláson átréselve húzzák a szálakat (1. ábra).

Filamentszál gyártása, molekula szerkezete



Szálhúzó fej A – Amorf B – Kristályos molekulaszaklat

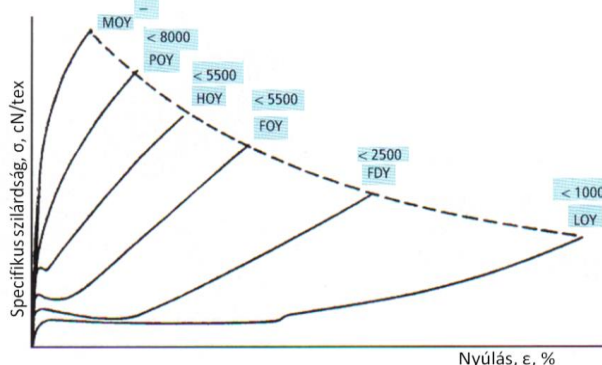
1. ábra

A szálhúzó fejből kilépő szálakat folyadékfürdőben vagy levegőt ráfújva megszilárdítják, nyújtják. A szálgyártás szilárdítási szakaszában alkalmazott nyújtás hatására a



2. ábra

Poliészter filament szál erő-nyúlás diagramja a szálgyártási, felcsévévelési sebességtől függően



3. ábra

láncmolekulák a száltengely irányába rendeződése határozza meg a szálak szilárdsági, nyúlási tulajdonságait (2. ábra). A felületre avivázst (sizing) visznek fel a súrlódási viszonyok javítására, a statikus feltöltődés csökkentésére, majd a vágásra kerülő szálakat kábel formában torlasztással hullámosítják. A kábel felületkezelése, hullámosítása a továbbfeldolgozás (fátyol, szalag tapadása) miatt is szükséges.

Torlasztókamrás terjedelmesítés (hullámosítás) esetén a gőzzel előkezelte kábelt az adagoló-hengerpárral egy rugós csapólapal lezárt kamrába préselik. A forró, nedves szálak a hó és nyomás hatására a kamrában összetorlódva hullámos alakot vesznek fel. A kamrából az összprepréselt kábel a megnövekedő torlónyomás hatására a rugós zárat nyitva hullámos alakban lép ki, ezt szállító szalagra lerakva lehűtik, ezáltal a szálak megtartják hullámos alakjukat.

A poliészterszálak gyártása során a láncmolekulák elrendeződését, így a szálak erő-nyúlás tulajdonságait döntően meghatározza a felcsévévelési sebesség, a poliészterszálakat a 3. ábra szerint jelölik.

A poliészterszálakra vonatkozó gyártáskori szállítási sebességtől és a terjedelmesítési eljárástól függően a

Poliészter filament fonalak szálhúzási és terjedelmesítési jelölések értelmezése

Fonalak jelölése Szálhúzási sebesség Továbbfeldolgozás
(molekulaláncok v, m/min (terjedelmesítés)
irányítottsága)

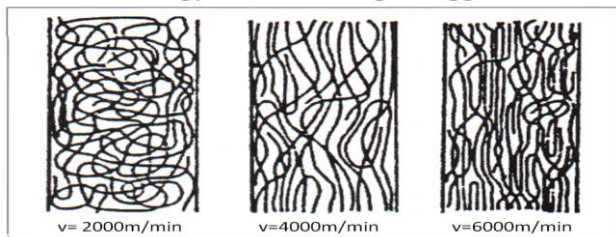
LOY	Low oriented yarns	< 1000	• DTY	Draw texturised yarns
MOY	Middle oriented yarns	< 2500	• ATY	Air jet texturised yarns
POY	Partially oriented yarns	< 5500	• FDY	Fully drawn yarns
HOY	Highly oriented yarns	< 5500	◊	◊ ATY
FOY	Fully oriented yarns	< 8000	◊	◊ Air jet texturised yarns
FDY	Fully drawn yarns	-	◊	◊

LOY – Alacsony irányítottságú
MOY – Közepes irányítottságú
POY – Részben irányított
HOY – Nagy mértékben irányított
FOY – Teljesen irányított
FDY – Teljesen nyújtott

DTY – Nyújtva terjedelmesített fonal
ATY – Levegővel terjedelmesített fonal
FDY – Teljesen nyújtott fonal

4. ábra

Láncmolekulák elrendeződése a polészter szálban a gyártási sebességtől függően

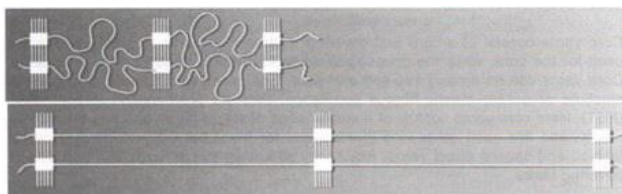


5. ábra

jelöléseket a 4. ábrában értelmezzük. Különböző csévélési sebességek esetén a láncmolekulák elrendezését az 5. ábra szemlélteti.

A láncfonalként használt terjedelmesített szálak feszültségmentes állapotban hő hatására rugalmassá tehetők.

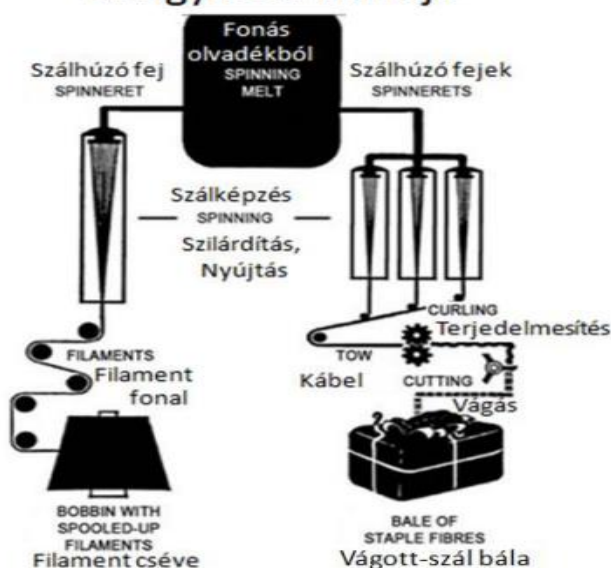
A szintetikus elasztánszálakat a DuPont cég 1962-ben fejlesztette ki, ezeket Lycra kereskedelmi néven forgalmazzák. A poliuretán szerkezetében a szegmentált filamentek bizonyos pontokon összekapcsolódnak. A filamentek feszítetlen állapotban göngyölt alakot vesznek fel, amelyek feszítés hatására kiegyenesednek, az eredeti hosszhoz képest 4-7-szeres hosszra nyújthatók (6. ábra).



6. ábra

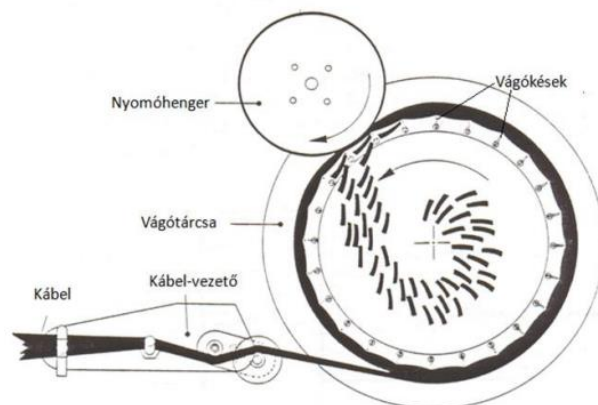
A végtelen (filament) formában feldolgozásra kerülő szálakat szálhúzás, megszilárdítás és nyújtás után felcsévélik, kábelként dobozba lerakják, vagy a végtelen szálakból szálfátyol („flisz”) is készíthető. A filament monofil (egy szál), hasított (fibrillált fólia) vagy multifilament (a fonalat több elemiszál alkotja) lehet. A vékonyabb, kisebb számú multifilamenteket (76-300) sodrással vagy légkuszálással (air covered, intermingled, interlacing) rögzítve fonalként, a nagyszámú sodratlan filament szál (1000-300 000) kábelt (roving, tow) felcsévélik vagy dobozba rakják. A kábelt a terjedelmesítést

Szálgyártás sémája



7. ábra

Kábelvágás elvi vázlatja



8. ábra

követően a fonástechnológiának megfelelő hosszúságúra (50-80 mm) vágják és rövid vagy hosszú vágott szál technológiával dolgozzák fel (7. ábra).

A gazdaságos gyártás esetén a szálak filamentként (végtelen formában) való feldolgozása gyorsan növekszik.

A vágott szálú fonal (staple yarn), nemszött kelmék gyártásához a nagyszámú filament kábelt a feldolgozási technológiának megfelelő hosszúságúra vágják (8. ábra).

A kábelt a dobpalástban a sugárirányú késekre tekerceslik, s bizonyos tekerceslési vastagság elérésekor a kés a nyomóhenger hatására a sugárirányú kések távolságának megfelelő hosszúságúra vágják. Az elvágott szálakat a dob belsejéből tengelyirányú légárammal vezetik el.

2. Terjedelmesítés

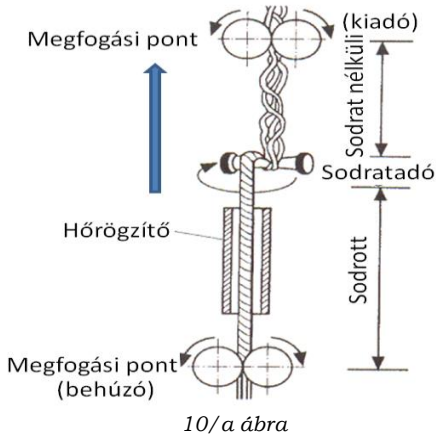
A mesterséges szálak a gyártási, a nyújtási technológiából adódóan egyenesek. Az egyenes szálalak feldolgozása és használata is sok esetben hátrányos, emiatt a szálak többségét filament formájában terjedelmesítik, azaz a szálakat hullámosítják. A terjedelmesítés során a hullámos alakú szálakat felmelegítve a szálakban a molekulák kapcsolódása átrendeződik, majd lehűtve a szálak megtartják hullámos alakjukat. A terjedelmesítésre

Terjedelmesített filament fonalakban az elemiszálak alakja

Terjedelmesítés előtt	HE-fonal	SET-fonal					
vorher	HE-Garn	Set-Garn					
Sima	Erősen hullámos Csavarással létrehozva (hamis sodrással)	Gyengén hullámos	Levegővel terjedelmesítve	Torlasztatos	Kötéssel hullámosítva	Spirál alakú	
	c	a	a	c	b		
a = Mechanikai eljárás b = Vegyi-hőkezelési eljárás c = Mechanikai-hőkezelési eljárás							

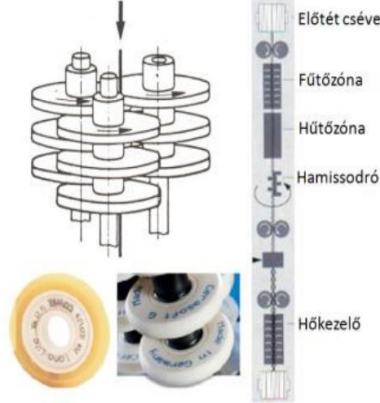
9. ábra

Hamis sodrás elve



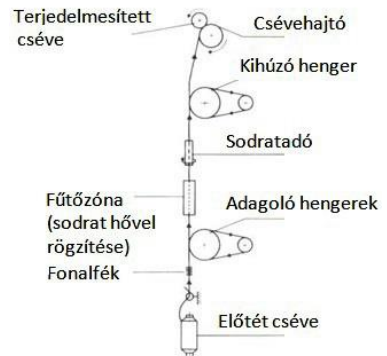
10/a ábra

Hamissodrásos terjedelmesítés



10/b ábra

HE filament fonal hamis sodrással terjedelmesítése



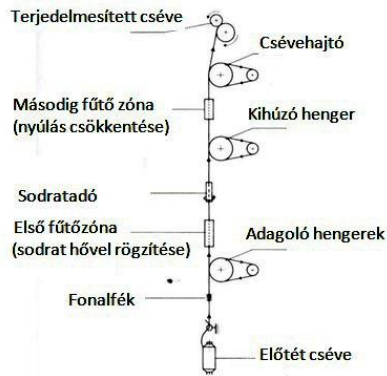
11. ábra

több eljárást (hamissodrásos, torlasztó kamrás, légterjedelmesítés stb.) dolgoztak ki (9. ábra).

Hamissodrásos terjedelmesítés során (10/a, 10/b ábra) a filamentet gyorsan forgó kerámia- vagy poliuretán-tárcsák közé iránnytöréssel vezetik. A felületi sűrűsödés hatására forgatott fonal a tárcsák belépő része előtti fonalszakasz besodródik, a fűtőzónában (poliészter esetén 180 °C) a filamentek molekulaszervezete módosul, majd a hamissodró utáni szakaszban a fonal kisodródik (hamis sodrat), a hűtőzónán átvezetve az elemiszálak hullámos alakja rögzül, a szálak megtartják hullámos alakjukat.

A **HE** (high elastic) fonalak terjedelmesítése esetén a fonal szerkezetét nagy sodratú állapotában hőrögztítik (egyszer hőrögztített). Poliamid- (PA) fonalak esetén a terjedelmesség mértéke általában az elemiszálak finomságától is függ, a rugalmasság mértéke 35–50% közötti (11. ábra).

SET stabilizált filament hamis sodrású terjedelmesítés elve



12. ábra

A **SET** (hőrögztített) kis rugalmasságú (low elastic) általában poliészterfonalakat először a nyújtási szakaszban sodorják, majd a második fázisban a hőrögztítő zónán is átvezetik, ami a terjedelmességet kb. 20%-ra csökkenti (fonalak) (12. ábra).

A különböző finomságú és elemiszál számú filamentek terjedelmesítés

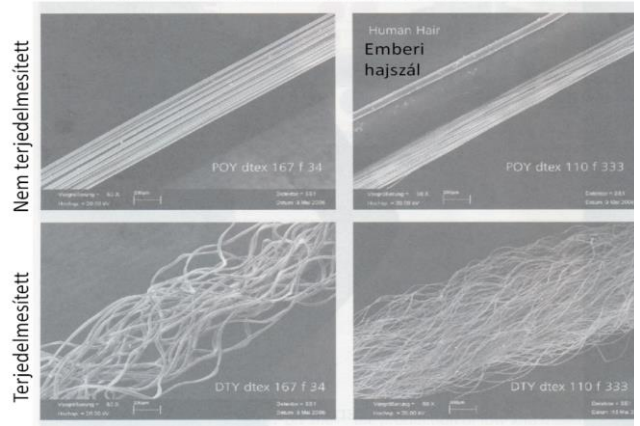
előtti és terjedelmesített mikroszkópi képét a 13. ábra szemlélteti.

A nem terjedelmesített és a terjedelmesített filament jellege a 14. ábrán figyelhető meg.

Légsugaras terjedelmesítés (air texturing) során a sodratlan filamentfonala(ka)t – a légkuszáló fűvőkán átvezetve a nagy sebességű ferde légsugár a filamenteket összekuszálja, hullámosítja (15. ábra).

Az utóbbi fél évszázadban a mesterséges szálak elterjedésével, azok filament alakjában való feldolgozási arányának növekedésével a terjedelmesítés jelentősége és fejlesztése, az energia csökkentése is előtérbe került,

Különböző finomságú és elemiszál számú POY PE hamis sodrással terjedelmesített fonal



13. ábra

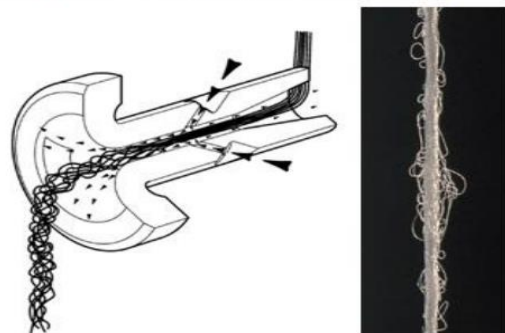
Filament fonal



Nem terjedelmesített

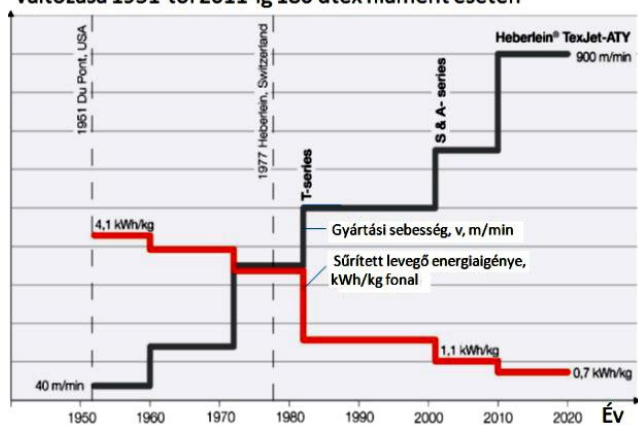
Terjedelmesített

14. ábra



15. ábra

Légterjedelmesítésnél a levegőfogyasztás és a gyártási sebesség változása 1951-től 2011-ig 180 dtex filament esetén



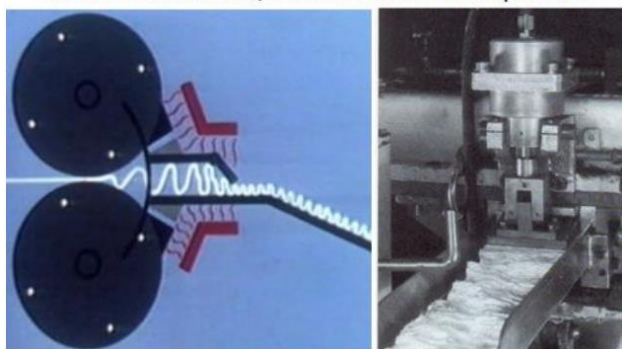
16. ábra

amelyet a 16. ábra a légterjedelmesítés példáján mutat be.

A filamentgyártás és -feldolgozás gyors ütemű növekedésével a terjedelmesítési sebesség nagyságrendekkel növekedett, míg a sűrített levegő fajlagos energia felhasználása (kWh/kg) számottevően csökkent.

A **torlasztókamrás terjedelmesítést** a nagy filamentszámú kábel hullámosítására használják. A gőzzel felmelegített, nedvesített kábelt adagoló tárcsapárral a torlasztó kamrába préselik. A hőrögzítő kamrába beprésselt hullámos alakú kábel a rugós szorítású nyelv nyitásával kilép, és a szállító szalagra helyezett kábelt lehűtik. A későbbiekben a hullámosított kábelt vágógépen a megfelelő hosszra vágják (17. ábra).

Torlasztókamra elve, a torlasztóknából kilépő kábel



17. ábra

A szálak hullámossága a szálak hosszegységére eső hullámszámával, a szálakból képzett adott vastagságú bunda kohéziójával (Batt-kohézió) is jellemezhető.

A fonalak, cérnák szerkezete, kiszerezése döntő hatású a további feldolgozásra, a késztermék tulajdonságaira, emiatt a fonalstruktúra módosító technológiákat sokoldalúan, a részletekre is nagy figyelmet fordítva fejlesztik.

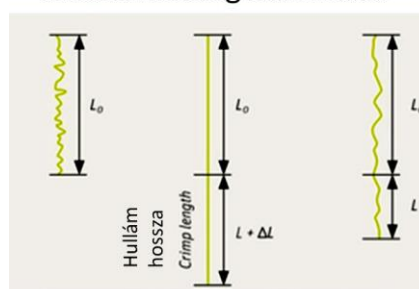
A terjedelmesített fonalak hullámossága, a hullám stabilitása a 18. ábra szerint vizsgálható.

3. Burkolás, pontrögzítés (légkuszálás)

A textiliák különleges funkciók megvalósítására a különleges, hibrid fonal (cérna) szerkezetek iránt egyre nagyobb a felhasználási igény.

A **hagyományos burkolt (covering) fonalat (Conventional Covering Yarn – CCY)** a magfonalat (előfeszített elasztomer vagy a nagy szilárdságú) az üreges orsó

Hullámosság visszaalakulása, a hullámosság stabilitása



RM - Hullám kiegyenesítési aránya

$$RM = \frac{L + \Delta L}{L_0 + L + \Delta L} \times 100\%$$

RC - Hullám visszaalakulási hossz

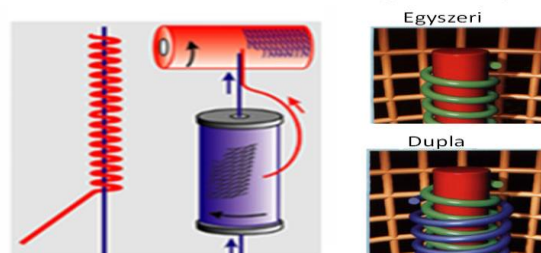
$$RC = \frac{\Delta L}{L_0 + L + \Delta L} \times 100\%$$

SH - Hullámosság stabilitása

$$SH = \frac{RC}{RM} \times 100\% = \frac{\Delta L}{L + \Delta L}$$

18. ábra

Hagyományos burkolás elve Convetional Covering Yarn (CC)

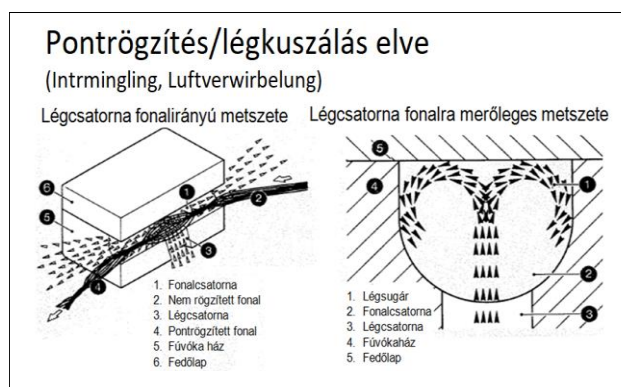


19. ábra

tengelyén vezetik át. A burkoló fonala(k)t az üreges, forgatott, nagy fordulatú orsóra helyezik, a lefejtődő burkoló fonal(ak) a magfonalra tekerednek. Kettős burkolás esetén az üreges orsó ellentétes irányú forgatásával a burkoló fonalak ellentétes irányba tekerednek a magfonalra, így stabilabb burkolás érhető el (19. ábra).

Légkuszálással pontrögzített (airentangling, intermingling, commingling, interlacing, Luftverwirbelung) fonalak esetén a cérnázás energia-, időigényes, költséges művelet elhagyásával a filament szálak rögzítésére a sodrást helyettesítő eljárást (légkuszálás) fejlesztették ki (20. ábra).

Sodratlan multi-filamentek pontrögzítése során a párhuzamos elemiszálak ismétlődően 1-2 cm-enként az



20. ábra

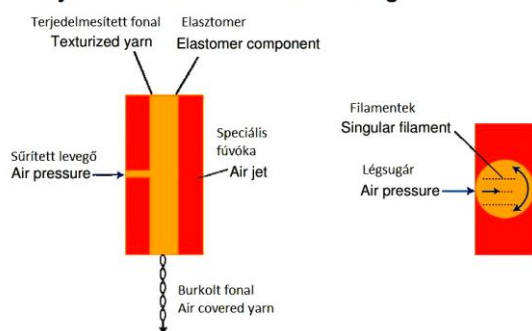
erős légsugár hatására egymással kuszálódnak, pontszerűen rögzítődnek. Így az elemiszál fonalon belüli helyzete stabilizálódik, a feldolgozás során a sztatikus feltöltődés hatására a szálköteg nem nyílik ki, a filament-törés megelőzhető, ezáltal sodrás, cérnázás nélkül is megkönnyíti a feldolgozást. Légguszálással a cérnázáshoz képest nagyobb szállítási sebesség, nyitott fonalstruktúra érhető el.

Számos alkalmazásra (impregnálás, bevonás) a nyitott, sodratlan fonalszerkezet előnyös, de a sodratlan filament köteg feldolgozásakor a filament törések okozta száltorlódások a feldolgozást megnehezítik. Nagy sebességű folyamatos légárammal az elemiszálakat bizonyos távolságonkénti kuszálásával (csomó) a több szálból álló filamentfonal (szálköteg) átmenetileg összetartóvá tehető. A légguszálás során a folyamatosan haladó sodratlan párhuzamos filament(ek)et a légcatornán át vezetve a sűrített levegő által keltett folyamatos légsugár a szálköteg közepére merőlegesen hatva a szálköteg szétválik. A légsugár a szálak egy részét jobb, másik részét balra forgatva a fonalon kuszálási/rögzítési (interlacing/intermingling) pontok keletkeznek. A légguszálást, a terjedelmesített fonalpontrögzítését alacsony fonalfeszességen, a fonal tulajdonságainak megfelelő légnyomással (3–12 bar) ill. légsugár sebességgel végzik.

Fonalburkolás légguszálással (Air Covering) esetén a különböző tulajdonságú fonalak összekapcsolhatók (Air Covering Yarn – ACY – levegővel burkolt fonal) (21. ábra).

A különböző tulajdonságú láncokat (pl. elasztánt

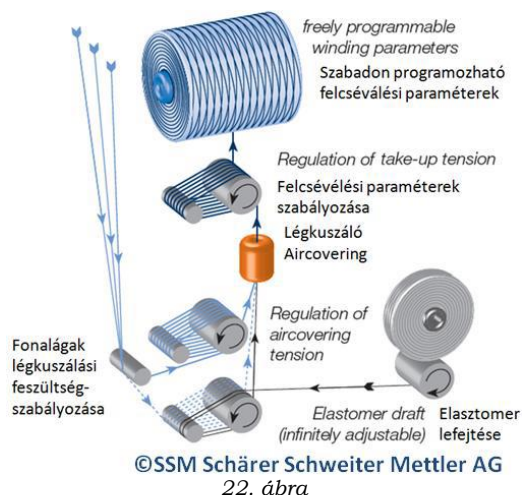
Burkolás (air covered) fonalstruktúra kialakítás elve
How yarns are air covered / intermingled



21. ábra

font fonallal vagy terjedelmesített fonallal) összekapcsolják (burkolják – covering).

Az Air Covering eljárás során az előfeszített elasztánfonalat az enyhén feszített terjedelmesített sodratlan filamenttel a folyamatos, a fonalra merőlegesen ható



22. ábra

Hamis sodrásos terjedelmesítés és légsugaras burkolás megvalósítása egy gépen



23. ábra

légsugár bizonyos távolságonként (pontonként) összekuszálja, csomókat képez (22. ábra).

A fonalágak feszességét érzékelik, a galetták sebességének vezérlésével a különböző fonalszakaszokban a fonalágak feszültsége beállítható, állandó szinten tartható.

A hamissodrásos terjedelmesítés és a fonalburkolás légguszálással a különböző tulajdonságú (elasztán-) fonalak összekapcsolása egy gépen is megvalósítható (23. ábra).

Az ACY fonal szerkezete a rögzítési pontok erősségével, a rögzítési pontok távolságával és a rögzítési pontok eloszlásával (rögzítési pontok távolságának szórásával) jellemezhető (24. ábra).

3. Összefoglalás

A font és a filamentek gyors ütemű felhasználása és széleskörű alkalmazására számos, a gazdaságos gyártási szempontokat is figyelembe véve különböző technológiákat fejlesztettek ki. Bizonyos termékeknél a rugalmas kelmék (kötiszerek) előállítására a cél, ami a terjedelmesített fonalokból a végtermék feszítetlen állapotban hőkezeléssel, gőzöléssel, vagy a fonal vagy a kelmesterkezetbe hosszirányba bevezetett előfeszített elasztánfonallal való sítható meg. A cikk néhány kiragadott eljárást mutat be.

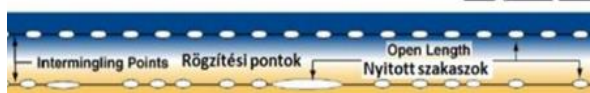
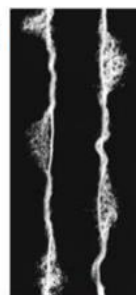
Felhasznált Irodalom

- Ahle: Umspulen, Fachen, Färbusulen. SSM Vertreter Schulung, Horgen, 2014. 10. 24.
- G. Timotijevic: Lufttexturierung, Luftwirbelung. SSM Vertreter Schulung, Horgen, 2014. 10. 25.
- R. Gutbrod: Technische Garne. SSM Vertreter Schulung, Horgen, 2014. 10. 26.

Légguszált fonal burkolás jellemzői

(Air Covered Yarn - ACY)

- Rögzítési csomók száma/m
- Rögzítési csomók egyenletessége CV [%]
- Rögzítési csomók átlagos hossza [mm]
- Csomók stabilitása [%]
- Nyitott szakaszok átlagos hossza [mm]
- Leghosszabb nyitott szakasz [mm]



©SSM Schärer Schweiter Mettler AG

24. ábra