

Textiltechnológiai újdonságok, kihívások és megoldások

Szabó Rudolf

ingtex@t-online.hu

Szabó Lóránt

Óbudai Egyetem, RKK KMI
szabo.lorant@rkk.uni-obuda.hu

Kulcsszavak/Keywords: Textilszálak, fonalgártás, textil lapképzés, kompozitok
Textile fibres, Spinning, Fabric formation, Composites

Kivonat

A szál, a textil fogalma, alkalmazási területe az elmúlt évtizedekben kiszélesedett. A szálak, a textiliák számos, korábban nehezen elképzelhető új műszaki alkalmazásban kulcsfontosságúak; nehéz olyan területet találni, ahol a textiliák használata elhagyható. A textiliák gyártása során a textiltechnológiai szemléletet a funkcióban való gondolkodás váltja fel. A széttagolt, egymásra épülő műveletek közötti kapcsolódás egyre szorosabb, fontos törekvés a technológiai sor lerövidítése, automatizálása, a műveletek on-line összekapcsolása. Korábban számos textiltechnológiai műveletet bonyolult, finom kialakítású mechanizmussal valósítottak meg. Az elektronikus szelepezéssel légsugárral a mechanizmusok sok esetben kiválthatók, a műveleti sebességek számottevően növelhetők. Az elmúlt évtizedek elektronikai fejlesztéseit a textiltételekre is széleskörűen adaptálták, ezáltal a minőség javítása, a teljesítmény növelése terén jelentős előrelépést értek el, miközben a felhasználói elvárások az alapanyagokkal, a kelme tulajdonságokkal, a gyártási teljesítményekkel szemben minden korábbi elképzelést is felülmúltak. A teljesítmény növelése és a sűrített levegő széleskörű használata az energiafelhasználást számottevően megnöveli, emiatt nagy figyelmet fordítanak a fajlagos energiacsökkentésre, a környezetvédelemre és az anyagok újrahasznosítására.

A nagy termelési sebességek elérése, a nagyobb méretű textiltermékek előállítása, a korábban használt, fém-ből készült gépszerkezeti anyagok sok esetben a textiltételek területén is a továbblépés korlátját jelentik. A gépkonstrukciós akadályok leküzdésében – számos kiemelt fontosságú alkalmazáshoz hasonlóan – a megoldás kulcsa a „textiliák” (műszaki textiliák, szál-, textilerősítésű kompozitok) használata. A nagyteljesítményű szálakból a felhasználásnak legmegfelelőbb struktúrák kialakítása, majd mátrixba ágyazva és kikeményítve az ún. CFRP (szénszál erősítésű) kompozitok egyre több textiltétele fontos szerkezeti elemét is alkotják.

Bevezetés

A múlt század második felében az ember által használt anyagok használatában alapvető tendenciaváltozás következett be, a polimerek használata dinamikus fellendülést mutat. A vegyészet, a polimer, a szálgyártás terén bekövetkező fejlesztések hatására új szál szerkezeti struktúrákat, új alapanyag-összetevőket fejlesztenek ki, amivel a szálak tulajdonságai széles tartományban változhatnak. A szál felhasználás fajtánkénti mennyiségét, feldolgozási technológiák arányát az 1. ábra szemlélteti [1].

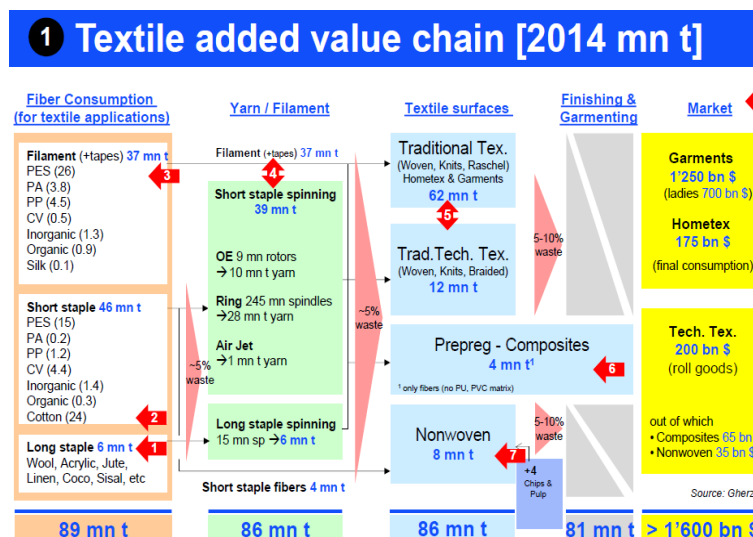
A szálak feldolgozásának (a textiltechnológiának) a fejlesztésével a textiliák alkalmazási területe is kiszélesedik. A textiltechnológiák sémáját 2. ábra szemlélteti [2].

A szál felhasználás mennyiségi növekedése töretlen, ami az egy főre vonatkoztatott szál felhasználásból és a népesség növekedéséből adódik (3. ábra). A hagyományos textilszálak

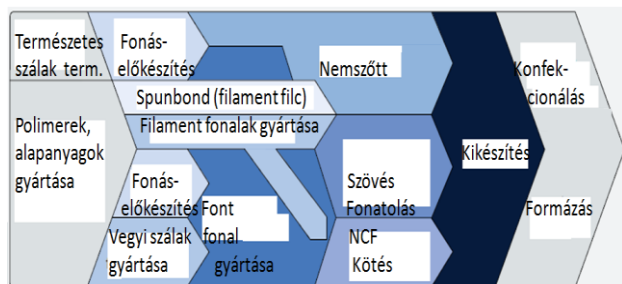
Abstract

The concept of fibres and textiles and their scope of application has widened in recent decades. Textiles have become one of the key importance in many applications which were difficult to imagine earlier in technical applications. It is difficult to find areas where we do not meet textiles. In manufacturing of textiles, the approach to textile technology has been replaced by thinking in functions. The links between fragmented and sequential operations are ever closer, shortening of the technological process, automation and on-line coupling of processes is important strive. Earlier, the textile processes were realized by using finely designed, precise mechanisms, today the air jet is easily controlled by modern electronics and the mechanisms can be or are replaced by these in many cases, speed of the various operations can be significantly increased. Developments in electronics of the last decades has been widely adapted on textile machines by which significant progress could be attained in improving of quality and increasing of the performance, while, at the same time, users' expectations surpassed all previous conceptions concerning raw materials, fabric properties and production capacities. The improvement of performance and the widespread use of compressed air resulted in greater energy consumption, and, because of this, more attention is being paid to the reduction of this specific energy, environmental protection and recycling of materials.

The requirement of achieving high production speeds, the development of big textile machines, the previously used structural metals as machine parts imply limitations on the field of textile machines. To overcome barriers in machine construction – like in a number of other important applications – the clue to the solution is to use “textiles” (technical textiles, textile reinforced composites). Also many elements of textile machines are manufactured from special structures, made of high-performance textile fibres like carbon, and embedded in plastics (CFRP composites).



1. ábra



2. ábra

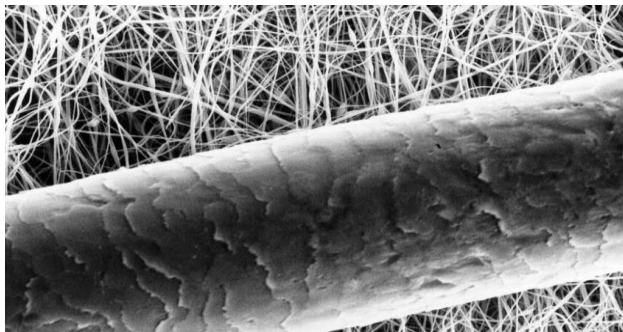
előállítás és a tradicionális textiliák gyártása Ázsiába, ezen belül jelentős részben Kínába helyeződött át. Az ún. fejlettebb ipari országokban elsősorban a nagy értékű, hatékonyan gyártható műszaki technológiák a meghatározóak.

Lineáris termékek (szálak, fonalak, cérnák)

A szálak fejlesztése során a látványos újdonságokon túlmenően a részletekre, a feldolgozási körülményekre is nagy figyelmet fordítanak. A textilszálak minősége és a szál alakja, a szálfelület kezelése, a géprések textiliával érintkező felülete döntő befolyású a feldolgozására. Emiatt a mechanikai textiltechnológiák elengedhetetlen kísérője a szálak/fonalak felületére vegyi anyagok (ún. sizing) felvitele a feldolgozhatóság javítására.

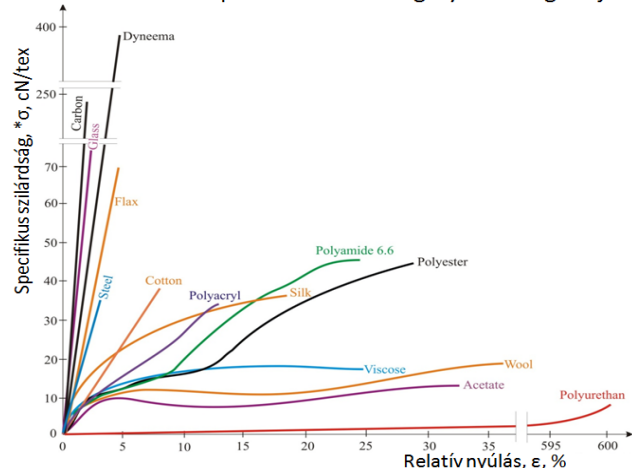
A szálak és fonalak főbb fejlesztési sajátosságai:

- a mesterséges szálak finomítása, mikro- ill. a nanoszálak (a hajszál és nanoszálak méretviszonyait a 4. ábra szemlélteti),



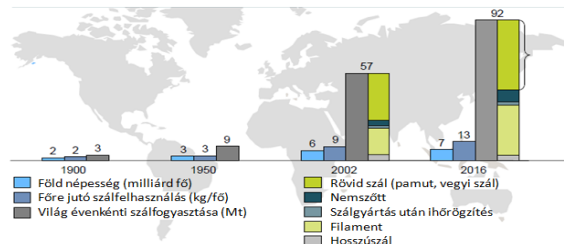
4. ábra

Különböző szálak specifikus szilárdság-nyúlás diagramja



5. ábra

Föld népességének, az egy főre eső szálfelhasználás és a szálfogyasztás növekedése, a különböző szálfeldolgozási technológiák aránya



3. ábra

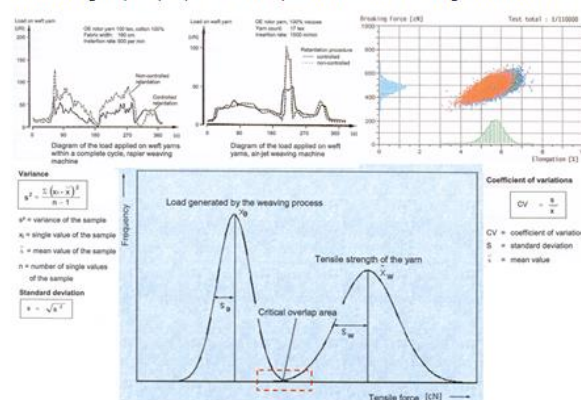
- a különleges funkciójú, bikomponens szálak jelentőségének növekedése,
- a szálak mechanikai tulajdonságainak széles skálája (nagy teljesítményű szálak, elasztánszálak) (5. ábra),
- előtérbe kerül a védelmi (tűz-, vegyszerálló) funkcióknak való megfelelés,
- a mesterséges szálakon belül a filamentfonalak részarányának növekedése,
- a font fonalak egyenlőtlenségének csökkentése, a feldolgozási sebességek, a fonalszilárdság növelése,
- új, hatékony fonalképzési technológiák és fonalstruktúrák kifejlesztése,
- fonalminőség javítása a fonalhíbak eltávolításával, jó minőségű összesodrásos (splicer) fonalegyesítés széleskörű alkalmazása (6. ábra),
- a nagyteljesítményű textilgépeken a kiváló, előírt paraméterű termék gyártásához elengedhetetlen az elektronika széleskörű alkalmazása,
- különleges, hibrid fonalstruktúrák alkalmazása.

A fonás, a különleges fonalstruktúrák kialakításában a légsugár, ill. légáram számos technológiai művelet fontos végrehajtója.

A fonalerő számos textiltechnológiai műveletben döntő fontosságú, emiatt egyre több fejlesztési megoldásnál a fonalerőt on-line módon méri, a fékezést vagy adagolást elektronikusan szabályozva valósítják meg az elvárt optimális fonalerőt. A terjedelmesített filamentfonalat az elasztánfonallal légfűvörös eljárással (air covering, intermingling) burkolva hibrid fonalstruktúra előállítását teszi lehetővé (7. ábra).

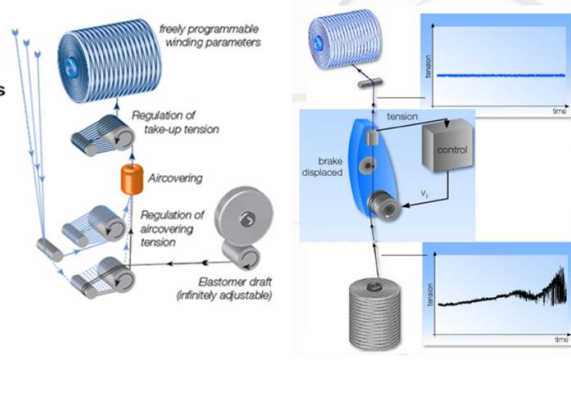
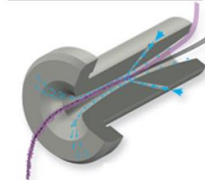
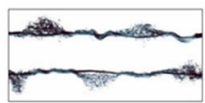
A mesterséges szálak, fonalak hullámosítása a feldolgozhatóság miatt szükséges, de az alsóruházat szempontjából felhasználói igény is. Emiatt az elasztánfonalat is tartalmazó cérnakonstrukciók, a különböző zsugorodású szálkeverésű fonalak alkalmazása egyre nagyobb jelentőségű.

Interpretation of thread break
Yarn breaking frequency depend from the yarn load and tensile strength characteristics



6. ábra

Air covering and intermingling – technologies for unique yarn creations



7. ábra

A kettős cérnázó (two-for-one twisting) és a kábel-sodró (direct cabling) gépeken például a nagy átmérőjű ballonra ható nagy légellenállás jelentősen megnöveli az energetikai fogyasztást. A fazék új kialakítása esetén az átmérő, ezáltal a ballonméretek csökkentésével számottevő energiacsökkentést értek el.

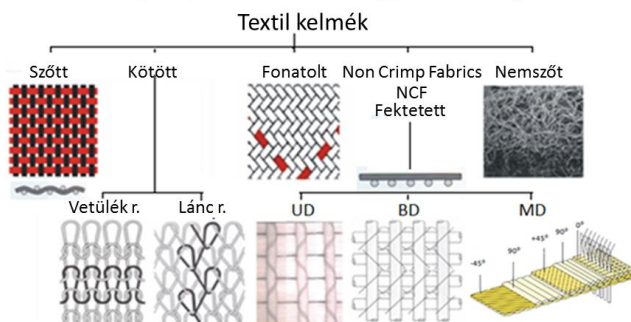
Lapképző technológiák

A textiltechnológiákon belül a nagy tradíciójú és meghatározó szövésen és kötésen túlmenően az új funkció-igények és a gazdaságos gyártás terén a fonatolt (braid) és a NCF (Non Crimp Fabrics) technológiák, a nagyszilárdságú merev szálak esetében a nemszótt (nonwoven) kelmék egyre nagyobb jelentőségűek. A különböző technológiákkal gyártható textiliákat a 8. ábra szemlélteti.

A felhasználói igények és a gyártástechnológiai megfontolások következtében a textiltermékek változásának főbb jellemzői:

- széles tulajdonságtartományt felölelő fonalak, kábelek feldolgozása (az érzékeny elasztánfonalaktól a vastag, törékeny szénkábelig),
- nagy szélességtartomány (néhány cm széles szalagtól a 35 m széles szövetig, a 19 m szélességű tűzött kelméig),
- a könnyű, kis területi sűrűségű (dreher kötésű) szövetektől a nehéz, az erősen kiszótt műszaki szövetek gyártásáig,
- egyszerű alapkötésű, különböző szál- ill. kábel-irányú síklapú (2D) textiliák gyártása,
- többrétegű kelmék készítése,
- kábelek terítése, tépése, ezekből kelme készítése,
- NCF (Non Crimp Fabric – íveltmentes kábel-fektetésű kelme),
- üreges szótt és kötött kelmék,

Lapképzési technológiák sémája



8. ábra

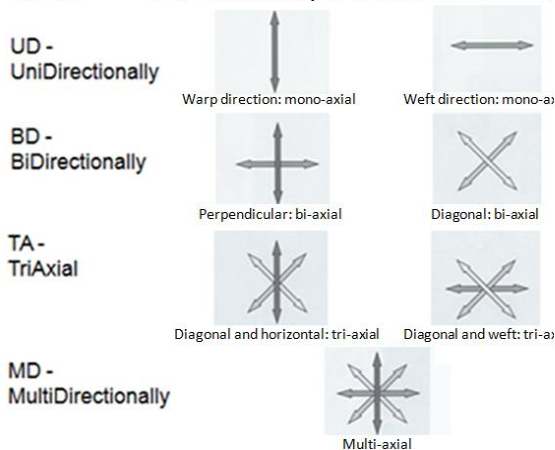
- bonyolult 3D szótt kelmeszerkezetek kialakítása (10. ábra).

A **szövést** a légsugaras (air jet) gépeken túlmenően – a feldolgozandó fonalaktól és a gyártandó cikktől függően – vetülékvivős (rapier), fogóvetélős (projectile) vagy vízsugaras (water jet) vetülékbevetésű gépeken végzik.

A szövés területén az utóbbi időben a légsugaras bevetésű szövőgépek meghatározóvá váltak. A vetülék nagy sebességű biztonságos bevitelén túlmenően a levegőfelhasználás csökkentésére is nagy erőfeszítést fordítanak.

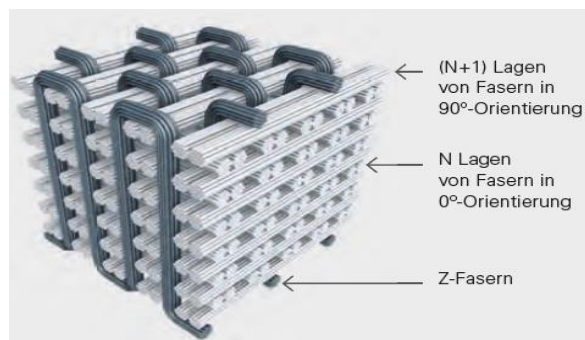
Kötéssel (legyen az akár vetülék-, akár láncrendszerű kötés) a kelmeképzéshez szükséges kisebb elmozdulások révén nagyobb teljesítmények érhetők el. A részletekben azonban itt is különleges problémákat oldanak meg. A kanalas tű esetén például a nagy művelési sebesség miatt a kis tömegű kanál záródáskori sebessége akár a 200 km/h (kb. 55 m/s) sebességet is elérheti, így a nagy fordulatszám miatti ütközésből adódó tűhegytörést a tűszár lágy kialakításával csökkentik.

D.O.S Directionally Oriented Structures

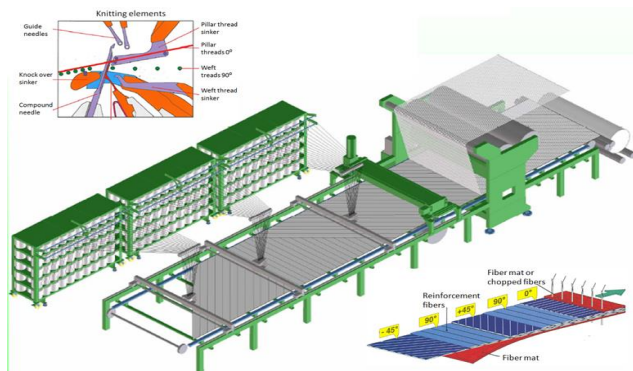


9. ábra

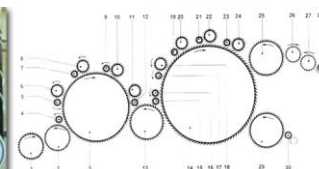
Az **NCF (Non Crimp Fabric – ívelt-mentes kábel-fektetésű kelme)** gyártása. A láncrendszerű kötőgéphez hasonló elrendezésű technológia kiválóan alkalmas a különböző irányba fektetett fonalrendszerű kelmék kialakítására, rögzítésére **tűzést** (stitching) alkalmaznak. A műszaki textiliák, de különösen a kompozit erősítő textilszálak kis nyúlásúak ($\epsilon=1-3\%$), nagy merevségűek, törékenyek. Emiatt a szálak, fonalak feldolgozáskori hajlítását egyrészt kerülni kell, másrészt a kelmébe, ill. a mátrixba beágyazva is az egyenes szálhelyzet a kívá-



10. ábra



11. ábra



13. ábra

natos.

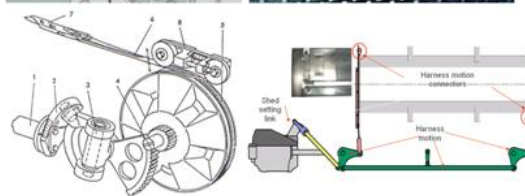
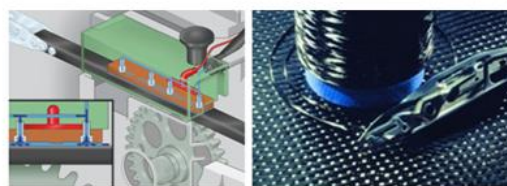
A merev, egyenes alakú, egy vagy több különböző irányban fektetett sodratlan üveg- vagy szénszálkábeleket alul keresztirányban befektetett vékony üvegfonalakkal vagy fliessel közbefogva, láncrendszerű kötással felülről PES tűzőfonalakkal lekötve rögzítik (11. ábra).

A **fonatolt** (braided) termékek iránt különösen a műszaki és kompozitanyagok, tömlők és szerkezeti anyagok területén jelentős az igény növekedése. Ez a technika különböző méretű térbeli struktúrák kialakítását teszi lehetővé.

A **nemszött** (nonwoven) termékek gyártása az utóbbi évtizedekben a hatékony, rövid gyártási folyamat, a sokoldalú alkalmazásnak köszönhetően gyors ütemű növekedést mutat. Ez a tendencia várhatóan tovább folytatódik. A nemszött kelmék gyártástechnológiája nagy automatizáltságú és hatékonyságú, gyakorlatilag on-line üzemmódban a vágott szálakból vagy akár filamentekből is közvetlenül a szálhúzást követően bundát készítenek, amelyet tűzéssel, vízsugárral (12. ábra), hővel vagy vegyi úton rögzítenek.

A textilgépek teljesítményének növelésével az elektromos teljesítményfelvétel is megnövekszik, ami a terem hőterhelését fokozza. Emiatt a textil feldolgozásához kívánatos magas relatív légnedvesség (65–80%) csak nagy mennyiségű nedves levegő cseréjével tartható fenn, ami a klíma energiafogyasztását jelentősen megnöveli. A textilgépek hűtésével és a hőnek a teremből való kivezetésével jelentősen csökkenthető a klíma energiafelhasználása.

At the weaving machines, the fast moving gripping arm, rapier band, harness motion arms, heald frame, etc



14. ábra

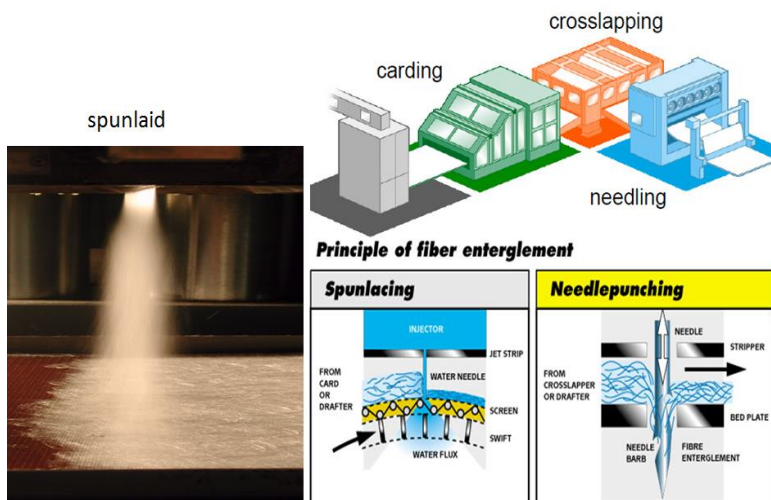
Kompozitok

A textiliparban a légtechnika, az elektronika és a szabályozástechnika széleskörű alkalmazásán túlmenően a textilgépek egyre több különös mechanikai igénybevételű fémes gépelemét a nagyobb teljesítményű textil erősítésű műanyagok, az ún. kompozitok váltják fel. Az általános mérnöki és textil területen használatos mértekegységek, különösen a szilárdságra és húzó merevségre vonatkozóak a keresztmetszetre fajlagosítás (Pa) helyett a tömegre, ill. a súlyra vonatkoztatott specifikus mechanikai mennyiségek (σ , E) (km \rightarrow cN/tex) használata célszerűbb, kifejezőbb.

A különleges igénybevételeknek kitett textilgépeken is egyre több esetben használják a szénszál erősítésű kompozit gépelemeket:

- széles hengeres kártológépek munkás és fordítóhengerek súlyának csökkentése, a merevség növelése,
- keresztfejtetűn a hosszú, nagy merevségű könnyű hevederterelő hengerek (13. ábra),
- széles láncrendszerű kötőgépen a tűmozgató rúd tömegének csökkentésére, a hajtótengely kellő merevségének és a hódilatáció miatti hossznövekedés kiküszöbölésére,
- szövőgépeken gyorsan mozgó fogókar, fogószalag, nyüstmozgató karok, nyüstkeretek (14. ábra).

A szénszál erősítésű műanyagok árának és a gyártási időknél a csökkentésével a tex-



12. ábra

til erősítésű kompozitok használata egyre több területen (repülőipar, sporteszközök, szellapát, közlekedési eszközök, különleges igénybevételnek kitett géprészek, robotkarok, építőipari szerkezeti elemek stb.) kulcsfontosságú válik, felhasználásukban dinamikus növekedés várható. A különleges tulajdonságú, merev törékeny szálak, kábelek hatékony textiltechnológiai feldolgozása a jövő nagy kihívása.

Összefoglalás

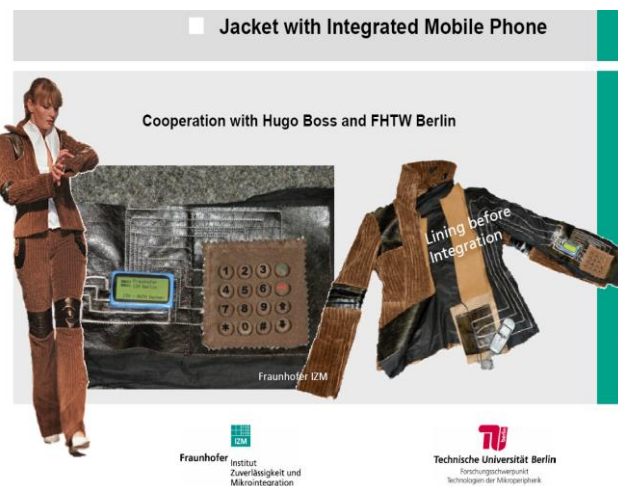
A légtechnikát a textilipari technológiák számos területén sikerrel alkalmazzák. A korábban a mechanizmussal végrehajtott műveletet sok esetben elektronikus vezérlésű légsugárral egyszerűen, kiváló minőségben, biztonságosan, nagy sebességgel végzik. A vágott szálak továbbítását, adagolását csaknem kizárólag levegőárammal végzik, de egyre több kulcsfontosságú textilipari műveletet is a technológiának megfelelően kifejlesztett légsugárral valósítanak meg (pl. fonalvégek egyesítése (splicer), szegélyhajtogatás).

A különböző textilipari műveleteknek megfelelő optimális légsugár kialakítását az áramlás szimulálása is nagyban segíti. A számítógépes szimulációt a textiltervezés területén alkalmazva is jelentős idő- és költségmegtakarítás érhető el.

A sűrített levegő előállítása energiaigényes (10 Nm³/h levegő 8 bar nyomására sűrítéséhez kb. 1 kWh villamos energia szükséges), emiatt az energiaköltségeket hatékony, takarékos levegő felhasználással csökkentik.

A textiltechnológiák fejlődése a műszaki textiliák és a szálerősítésű kompozitok területén a legdinamikusabb. Az új, különleges tulajdonságú textilszálakból készített termékek iránt a felhasználói igények mindenkorábbi elképzelést felülmúlnak, ami a szálgyártásától a késztermék előállításáig különös erőfeszítést, szaktudást igényel. A textiltechnológiák kialakításánál a szálak tulajdonságaira és a felhasználók igényeinek megvalósítására nagy figyelmet fordítanak.

A következő tíz évben az ún. intelligens (smart) ruházat ugyanolyan nélkülözhetetlenné válhat számunkra, ahogy most az okos telefonok. Elvárjuk a ruháinktól,



15. ábra

hogy nyomon kövessék tevékenységünket, az egészségi állapotunkat, helyzetünket, reagáljanak tetteinkre és a környezetre, képesek legyenek sokkal szélesebb ökoszisztéma intelligens készülékek zökkenőmentes csatlakoztatására (15. ábra).

A legközelebbi **Techtextil** (Frankfurt, 2017. május 9–12.) a jelenlegi és a várható műszaki textiliákkal kapcsolatos fejlesztéseket, az **ITMA** (Barcelona, 2019. június 20–26.) textiltép kiállítás a technológiai fejlesztéseket mutatja majd be. Ezek a vásárok kiváló konzultációs, szakmai tájékozási lehetőségeket biztosítanak.

Felhasznált irodalom

- [1] Gherzi: Trends and innovation impacting the textile chain ITMA Milano 2015.
- [2] VDMA: Ressourcen schonen – Einsparpotentiale sichern. Energieeffiziente Textilmaschinen – Vergleichen, Messen, Kennzeichnen. BUECOmpETEncE.
- [3] R. Szabó, L. Szabó: New textile technologies, challenges and solutions. XXIII. Congress of IFATCC, Budapest, 2013. 05. 8. pp.10–11.
- [4] Szabó R.: Textiltermékek szerepe a kompozit gyártásban. 19. Műszaki Textil Fórum, Tolna, 2011. 10. 27.