

A fonal- és cérnagyártás energiafelhasználásának csökkentése

Szabó Lóránt

szabo.lorant@rkk.uni-obuda.hu

Szabó Rudolf

ingtex@t-online.hu

Kulcsszavak/Keywords: Energiacsökkentés, fonástechnológia, gépek hajtása
Energy saving, spinning technology, machine driving

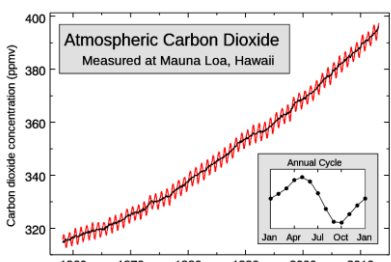
Összefoglalás

Az Európai Unió az energiafelhasználás és a szén-dioxid kibocsátás csökkentésében elkötelezett, ezekre kiemelt figyelmet fordít. Az EURATEX támogatásával egy kutatási és energia-csökkentési projektet hoztak létre az európai textilipari vállalatok ésszerűbb energiahasznosítására. Az energiacsökkentési program jelsza-
va: *Energy Made-to-Measure*, vagyis *Méretre Szabott Energia*, ami a termelést és energiafogyasztást elemezve a fajlagos energiafelhasználás csökkentésére törekszik. Az energiacsökkentési projektben első lépésben 7 európai ország 50 textiles vállalata között a TMTE és 7 hazai textiles vállalat is bekapcsolódott. A SET (*Save Energy in Textile SMEs – Energiamegtakarítás a textilipari KKV-knál*) munka során a textiltechnológiákra szerkesztett ún. SET (*Energy Saving and Efficiency Tool – Energia-csökkentési és hatékonysági eszköz*) táblázatban a vállalatok termelési és energiafogyasztási adatai elemezhetőek és az adatbankban levő hasonló profilú vállalati energiaadatokkal összehasonlíthatók. Ez a tanulmány a lineáris textiltermékek (fonlak, cérnák) gyártása során mutat példákat az energiafelhasználás csökkentésének lehetőségeire, a textilgép gépgyártók által kialakított megoldásokra.

Bevezetés

Az energia az emberi lét alapvető szükséglete, ami a technikai fejlődés kulcsfontosságú velejárója. Az utóbbi két évszázadban az energiafelhasználás növekedése döntő fontosságú volt a technika gyors fejlődésében, a Föld népességének gyors ütemű növekedésében, az életszínvonal emelkedésében. A múlt század végéig az energia alapvetően a fosszilis energiahordozók (szén, olaj, földgáz) elégetéséből származott. A fosszilis energiahordozók mennyisége azonban véges, a kitermelési költségük növekszik, így az energia ára a gazdasági és politika helyzettől függően változhat ugyan, de tendenciájában növekszik.

A fosszilis energiahordozók nagy mennyiségű elégetése során keletkező, többségében „üvegház hatású” szén-dioxid gáz (CO_2) a Föld légkörébe jutva a klímavizonyokra káros hatású (felmelegedés). A földi élővilág, a növényzet növekedésében a szén-



1. ábra



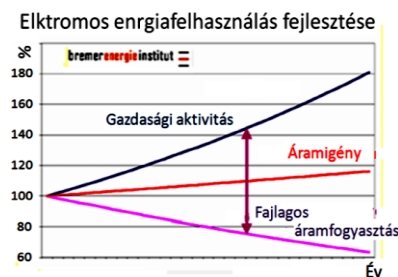
dioxid a fotoszintézisben ugyan döntő fontosságú, azonban a túlzott mennyiségű CO_2 kibocsátás és a zöld vegetáció (esőerdők) területének csökkenése miatt a klíma egyensúlya felborult, a légkör CO_2 koncentrációja és a földi légkör hőmérséklete tendenciájában – különösen az utóbbi fél évszázad-

ban – progresszívan növekvő (1. ábra).

A fentiek miatt az energiafelhasználás ésszerűsítésén (a fajlagos energiafelhasználás csökkentésén) túlmenően más, CO_2 füstgázmentes energiaforrások használata is szükségessé válik. Fél évszázada az atomenergia olcsó energiaforrásnak számít ugyan, de időközben a veszélyei is ismertté váltak. Emiatt az utóbbi évtizedekben az ún. megújuló energiák használata került a fejlesztések középpontjába, a jövő energiaellátásában gyors aránynövekedésre számíthatnak.

A technika fejlődésével, a gazdasági aktivitás növekedésével a fajlagos energiacsökkentés ellenére is nő az energiafelhasználás, azonban a növekedés mértékét csökkenteni kell (2. ábra). Emiatt új, energiatudatos gondolkodás, új technikai megoldások kialakítása válik szükségessé, ami a műszaki fejlesztők számára nagy kihívást jelent. A kimagaslóan magas mechanikai követelmények kielégítése új, könnyű szerkezeti anyagokat (pl. kompozitokat) és technológiákat igényel, új hajtási megoldások (hidrogén-, elektromos-), energiatárolási megoldások bevezetése és energiatudatos felhasználói magatartás kialakítása válik szükségessé.

Az energiafelhasználás csökkentése a textiliparban is szükségszerű törekvés. A technológiai folyamatok elemzésével, javításával, intézkedések fogantatásával jelentős eredmények érhetők el. A textilipar különösen energiaigényes ágazat, egyebek között a nagyszámú gyorsan forgó orsók ballon-légellenállása, a széleskörűen alkalmazott légtechnika (sűrített levegő, vákuum), a magas relatív légnedvesség (55–70%) technológiai zónában való fenntartása és a keletkező nagymérvű por-, pihe- és olajszenyveződés szellőztetéssel való csökkentése miatt. A fenti elvárások, szempontok a textilgépek fejlesztésében is előtérbe kerültek, számos ésszerű megoldást dolgoztak ki. Ezek az energiacsökkentési megoldások az új üzemek kialakításánál, beruházásoknál, de a meglévő berendezések üzemeltetésénél is számos területre adaptálhatók.



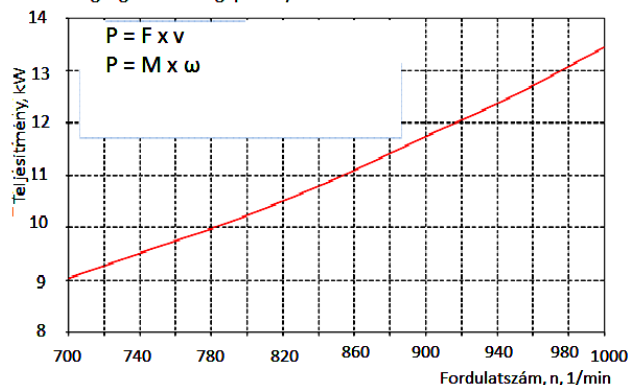
2. ábra

Textilgépek hajtása

A textilgépek teljesítménye az utóbbi évtizedekben számottevően növekedett. A teljesítmények, a fordulatszámok növelésével a gépek hajtására fordított elektromosenergia-felhasználás is növekszik (3. ábra) [7].

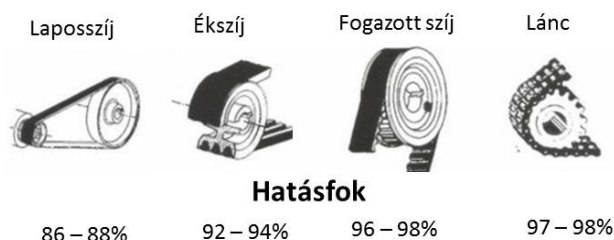
Elektromos teljesítmény-igény a fordulatszám függvényében

Dornier légsugaras szövőgép AWS/S12 b=220cm



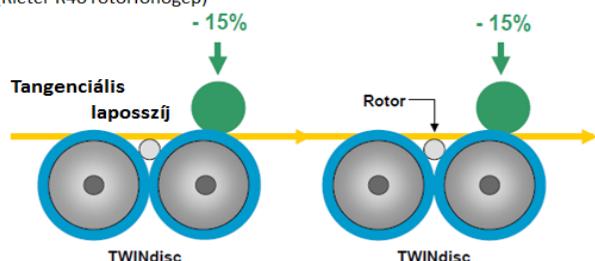
Korábban a textilgépeket egy központi motorról, többnyire ék- vagy laposszíjjal hajtották. Laposszíjjal sok elem egyidejű hajtása (pl. orsók) viszonylag egyszerűen megvalósítható, de a laposszij energiavesztése a legnagyobb. Újabban energiatakarékossági szempontból a fogazott szíjhajtást ajánlják (4. ábra) [3].

Erőátvitel

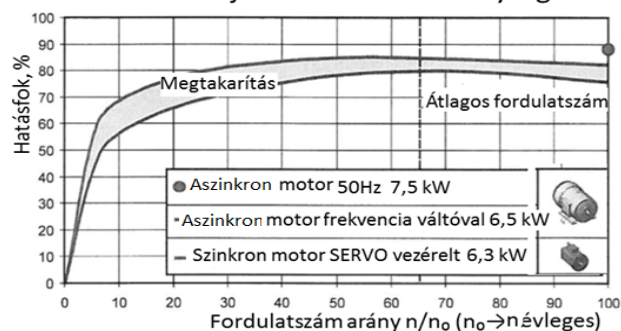


A szíjhajtások, a hajtóművek energiavesztése jelentős (5-15%). A szíjak vezetése, feszessége döntő hatással a teljesítmény átvitelre, emiatt ezek beállítását rendszeresen ellenőrizni és az előírásoknak megfelelően kell beállítani. Turbinás (OE) fonógépen a turbinák tengelyét nagy gyorsító áttételű dörzstárcsákkal forgatják, amelyeket a központi hajtómotorról laposszíjjal hajtanak. A laposszijnak a hajtótárcsára való rányomását 15%-kal csökkentve 10%-os energiacsökkentés érhető el (5. ábra) [4].

Tangenciális laposszij hajtás esetén a tárcsára rányomást 15%-kal csökkentve 10%-os energiamegtakarítás érhető el (Rieter R40 rotorfonógép)



Különböző hajtási módok hatékonysága



A gépek termelési sebességét sok esetben célszerű az aktuális terméknek megfelelően optimálisan megválasztani, ami az új elektronikus vezérlésű elektromotoros hajtással programozhatóan menet közben is változtatható. A korszerű elektronikus vezérlésű elektromos hajtásokkal a technológiai és gyártási körülmények elérésén túlmenően az energiafelhasználás is csökkenthető (6. ábra) [7].

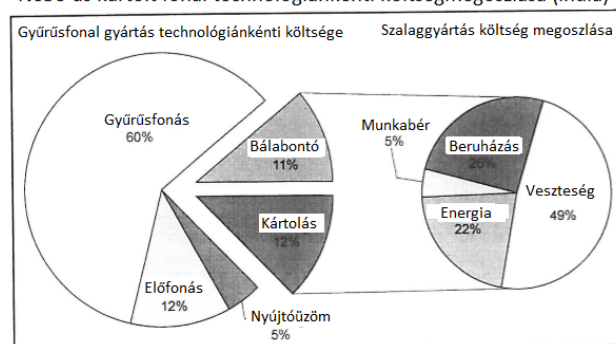
A legújabb textilgépeken egyre gyakoribb a részegységek, orsók külön-külön elektronikus vezérelt, közvetlenül a tengelyre szerelt motorral történő hajtása. A külön motorhajtású szerkezetek működési összhangját elektronikus szinkronizálják. A szerkezetek egyedi motorhajtásával az energia- és a zajcsökkentésen túlmenően a technológiai igényeknek legmegfelelőbb mozgásösszhang megvalósításával a termék minőségjavulása is elérhető.

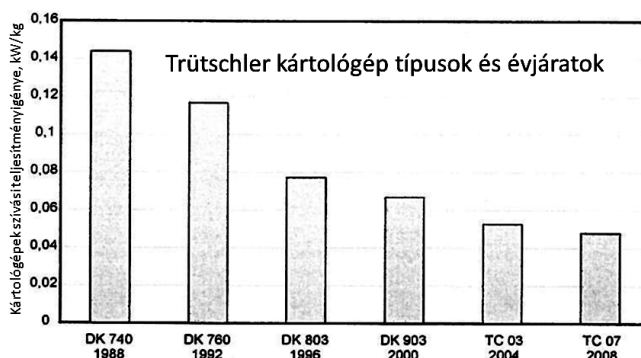
Energiacsökkentési lehetőségek a fonástechnológiában

A korábbi évtizedek textilipari fejlesztéseit, a nemzetközi textilgép-kiállításokon (ITMA) bemutatott berendezések technológiai újdonságait a teljesítménynövelés jellemezte. Az elmúlt tíz év textiltechnológiai fejlesztéseiben az energiacsökkentés, a fenntartható fejlődés került előtérbe.

A rövid szálak fonástechnológiájában alkalmazott bontó- és kártolóüzemi géplepcsők költségmegoszlását a Trütschler cég vizsgálatai alapján a 7. ábra szemlélteti, amelyből kitűnik a nagy energiaköltség-hányad (22%) [3].

Ne30-as kártolt fonal technológiánkénti költségmegoszlása (India)

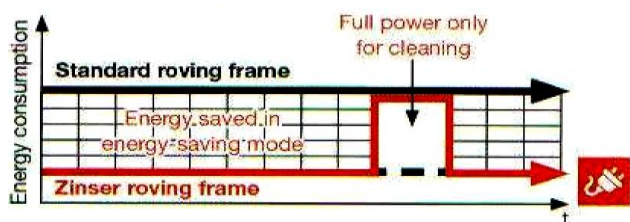




8. ábra

Az energiacsökkentéshez elengedhetetlen a technológiai folyamat, a veszteségek elemzése, megfelelő intézkedések foganatosítása. Ismert a mondás: „Csak az, ami mérhető, számszerűsíthető, csak az csökkenthető.” A Trüschler kártológépek fejlesztésével a fajlagos szívó-

Energy-saving mode for suction and blowing Up to 65% less energy used

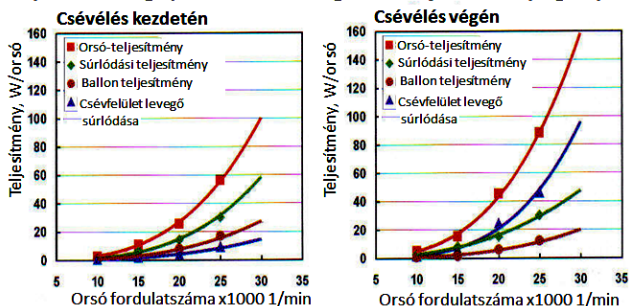


9. ábra

teljesítmény csökkenését (kW/kg) a 8. ábra szemlélteti [3].

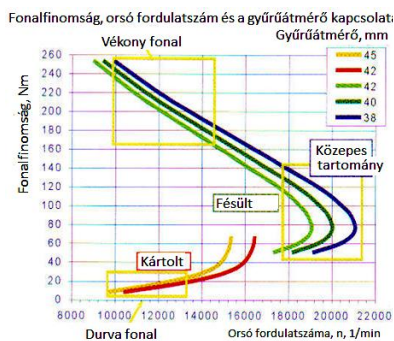
A Zinser előfonógépen a szívás vákuumnyomásá-

Gyűrűsfonógépen az orsóforgatás teljesítmény-igénye



10. ábra

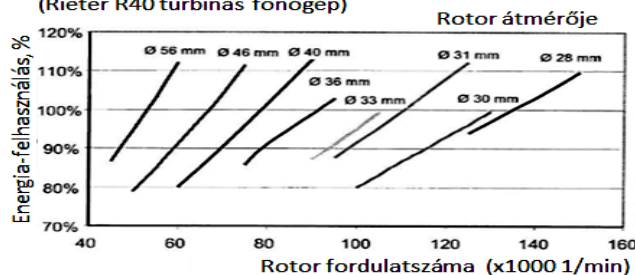
nak vezérlésével, azt csak a tisztítási szakaszban működtetve, jelentős (akár 65%-os) energiacsökkentés is elérhető (9. ábra).



11. ábra

Gyűrűsfonásnál a nagysebességű ballon és a szűrő csévetest felülete okozta légel ellenállás döntő hatása az energiafelhasználására. Denckendorff vizsgálata a cséve növekedése közbeni (a cséve kezdési és telt cséve szakaszá-

Energia-hasznosítás a rotorátmérő és a fordulatszám függvényében (Rieter R40 turbinás fonógép)



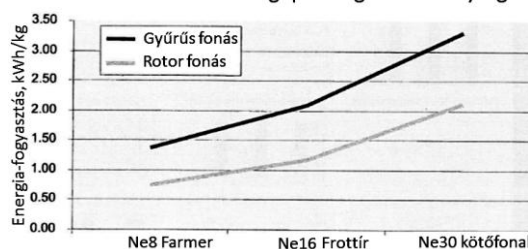
12. ábra

ban) a sűrűlódás, a ballon okozta és a csévetest felületére ható légel ellenállást, valamint az összesített energiaigényt elemezték (10. ábra). A tele cséve nagyobb energiaigényt döntően a gyorsan forgó, megnövekedett csévefelületre ható légel ellenállás okozza [6].

A gyűrűsfonógépen az orsó fordulatszáma döntő hatása a termelésre és az energiafogyasztásra. Az elérhető teljesítmény, a fonalfinomság, a gyűrűátmérő, a futósebesség és a futó tömege a gazdaságos gyártással szorosan összefügg (11. ábra) [5].

A turbinás (OE) fonógépen a fonóturbina átmérője

Rieter R 40 turbinás fonógép energia-hatékonysága



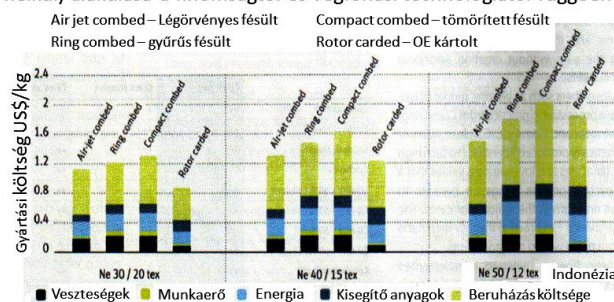
13. ábra

és az energiafelhasználás közötti összefüggést a 12. ábra szemlélteti.

A végfonási technológia kiválasztása energiafelhasználási szempontból is döntő hatása a gazdaságos gyártásra nézve. A gyűrűs- és turbinás fonástechnológia esetén az energiafogyasztást három különböző termékre a 13. ábra szemlélteti.

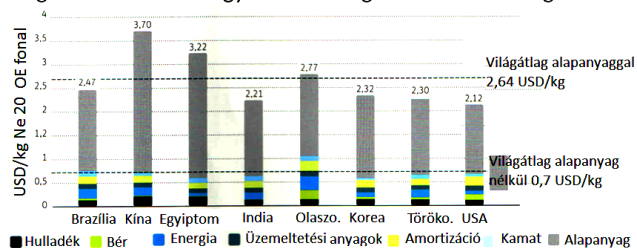
A fonalgyártási költségek – ezen belül az energia-költség is – a fonalfinomságtól és a végfonási technológiától függően változó. Emiatt a fonaltulajdonságoktól és a hatékonyságtól függően a technológiát, azon belül a gépspecifikációt (a méreteket, paramétereket) nagy körültekintéssel kell megválasztani. Kevert fonalak (pl. 50/50% viszkóz/pamut) gyártási költség-összetevőinek alakulása (alapanyag nélkül) a finomságtól és végfonási technológiától függően különböző fonalfinomságok ese-

Kevert fonalak (50/50 viszkóz/pamut) gyártási költségeinek (alapanyag nélkül) alakulása a finomságtól és végfonási technológiától függően



14. ábra

1 kg Ne20-as OE fonal gyártási költsége különböző országokban



15. ábra

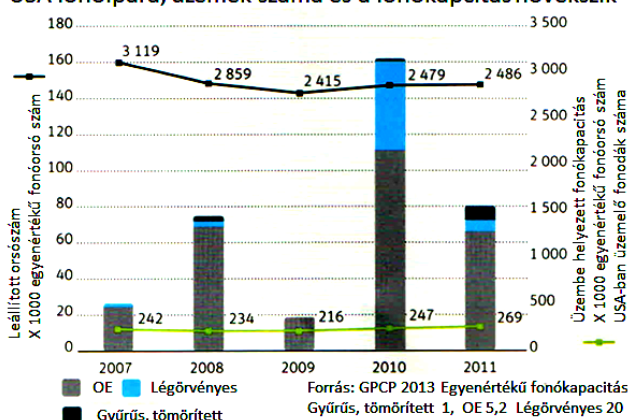
tén a 14. ábrán látható.

A fonalak gyártása töke- és energiaigényes művelet. A különböző országokban az energia-, az anyag- és bérköltségek nagy eltérést mutatnak, emiatt a fonalgyártás a gazdaságos gyártási körülményeket biztosító térségekbe helyeződik át. 1 kg Ne 20-as (Nm 34) OE pamutfonal gyártási költség-komponenseit különböző országokban a 15. ábra szemlélteti. Az alapanyag költsége döntő hányad ugyan, de az energia ára is meghatározó, ami a különböző országban nagyon eltérő. Meglepő, hogy a gyártási költség Kínában a legnagyobb, míg az alacsony energiaárak is köszönhetően az USA-ban a legkisebb [1].

A fonalgyártási költségek miatt az elmúlt évek gazdasági krízise ellenére az USA-ban a fonodák száma és az ekvivalens orsós szám egyaránt növekedett (16. ábra), amihez nagyban hozzájárultak Kína beruházásai az USA fonodáiban.

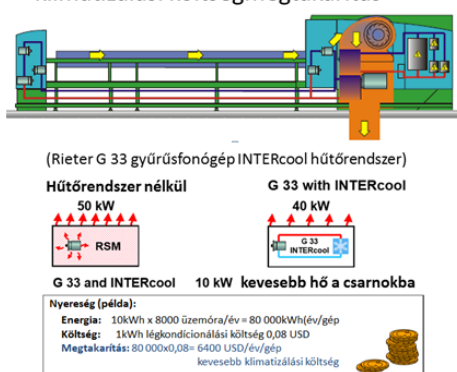
Az USA alacsony elektromosenergia-árával magyarázható a német SGL szén-szál gyártó cég stratégiája is.

USA fonóipara; üzemek száma és a fonókapacitás növekszik



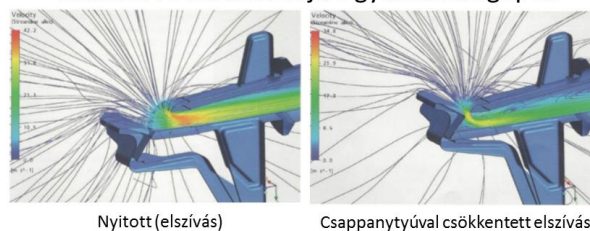
16. ábra

Gyűrűsfonógép hűtésével elérhető klimatizálási költségmegtakarítás



17. ábra

Szálelszívó szimulációja a gyűrűsfonógépen



18. ábra

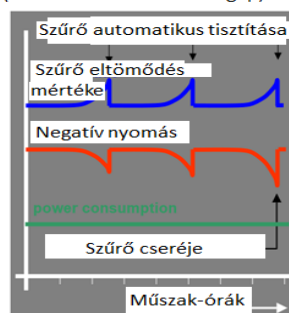
A Japánban vásárolt PAN prekursor (Mitsubishi) szenesítése nagy energiaigényű, emiatt az USA-ban a Colorado vízesésnél létesített üzemben vízerőműből származó, olcsó „megújuló” árammal (0,03 US\$/kWh) karbonizálja, míg a BMW i3 és i8 szénszálas kompozit karosszériájú elektromos és hibrid autótípusokhoz a textil- és kompozit gyártását Németországban végzik.

A Rieter a fonógép hűtésével, a gép hajtására fordított elektromos energia 20%-át (10 kW) kivezetve a tereméből, a klimatizálási energia csökkenthető. A terem 1 kWh energiaterhelése 0,08 \$ klimatizálási költségnövekedést okoz. Az 50 kW hajtóteljesítményű gépen 10 kW klímaterhelés-csökkentés esetén évenként 6400 US\$ klimatizálási költség megtakarítás érhető el (17. ábra).

A Rieter gyűrűsfonógépen a nyújtómű kilépő oldalán az elszívás csak a fonalszakadási periódusban intenzív, míg a zavartalan működési szakaszban, egy könnyű műanyagfedéllel a szívóteljesítményt lecsökkentve, a vákuum-teljesítmény jelentősen csökkenthető (lásd a szívóhatás szimulációt a 18. ábrán) [2].

A fonógépeken a szívás (szálfolyam-tömörítés a nyújtóműben, elszakadt szalag elszívása) a technológia fontos része, ami viszont nagy energia-igényű. A vákuum-rendszerbe beépített szűrő automatikus tisztításával ill. az eltömődés érzékelésével, a szűrő időbeni cserélésével az energiaveszteségek mérsékelhetők (19. ábra).

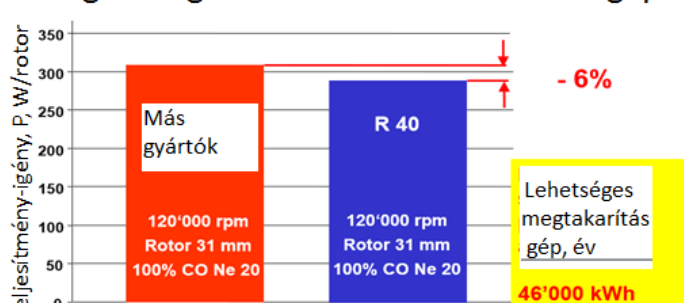
Energia-csökkentés a vákuum-nyomás szabályozásával (Rieter R40 turbinás fonógép)



- Nagy hatékonyságú ventilátor
- 30%-kal kisebb beépített teljesítmény a konkurenciánál
- Negatív nyomás elektronikus ellenőrzött
- Szűrők rendszeres automatikus tisztítása
- Állandóan alacsonyabb energiafogyasztás

19. ábra

Energia-megtakarítás az R 40 rotorfonógépen



20. ábra

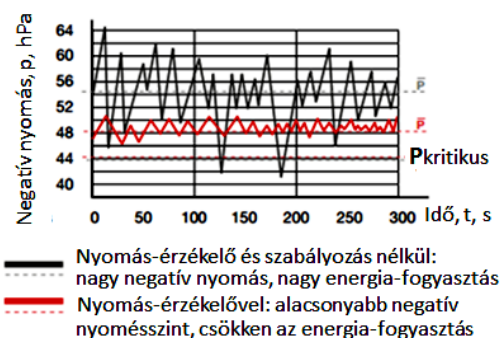
A rotor korszerű csapágyazásnak és kenéstechnológiájának köszönhetően a hajtóenergia 6%-kal csökkenthető. Az ugyanazon technológiájú, de különböző cégek által gyártott gépek energiaigénye is eltérő (20. ábra).

Keresztcsévéelés

A csévélődő korábbi csoportos laposszj- és dörzs-hajtását egyedi vezérelt hajtású motorok váltották fel, ami a nagy technológiai rugalmasság megvalósításához is elengedhetetlen. A fonalvégeket szívókarokkal keresik meg és illesztik össze, így az előírt minimális vákuumnyomás szabályozásával az energiafelhasználás jelentősen csökkenthető (21. ábra).

Szenzor szabályozású negatív nyomás

Energia-megtakarítás, állandó negatív nyomás

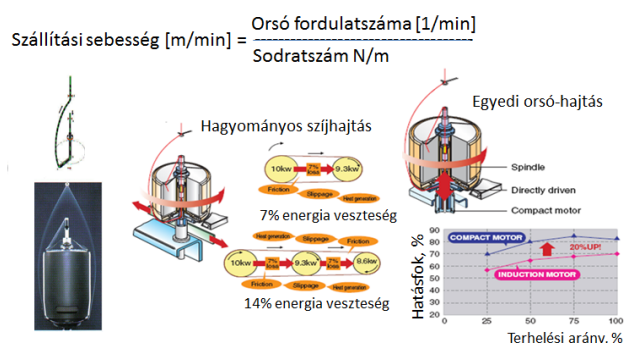


21. ábra

Ugyancsak jelentős mennyiségű sűrített levegő szükséges az összefonásos (splicer) fonalvég-egyesítéshez és a vándortisztítóhoz is.

Cérnázás

Cérnázásnál a nagy energiafelhasználás fő okozója a nagy sebességgel forgó fonalballonra ható légellenállás, különösen durva fonalak esetében (22. ábra). A kettős sodratot adó gépeken a Schlafhorst a csévefazék átmérőjének csökkentésével, míg a Murata cég az egyedi orsóhajtással mérsékli az energiafelhasználást.



22. ábra

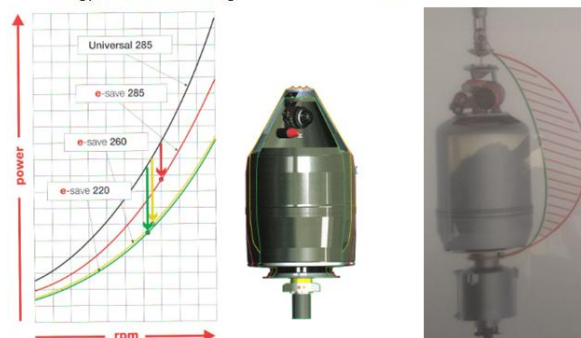
A CableCorder technológiánál a nagy sebességgel forgó fonalballonra ható légellenállás az energiafelhasználás fő okozója [8]. A gyűrűscérnázásnál a kisebb ballon miatt viszonylag alacsony a fajlagos energiaköltség, összességében a több ág egyidejű egyesítése ellenére is költségesebb a MultiCorder technológiánál.

Az ALLMA CC4 CableCorder gépen a ballonsebesség, ill. a ballonfeszültség a fazék- és a ballonátmérő

e-csökkentő orsó előnyök:

- orsónkénti kisebb energia-felhasználás
- kg-onként csökkent energia-felhasználás
- nagyobb a terület egységre eső termelés
- jobb fonalminőség
- nagyobb cérna-szilárdság

- 50%-kal csökkent energia-felhasználás
- 50%-kal csökken a fonalszakadás
- 50%-os veszteségű csökkenés
- 5 dB zajscsökkentés
- jobb cérnaminőség



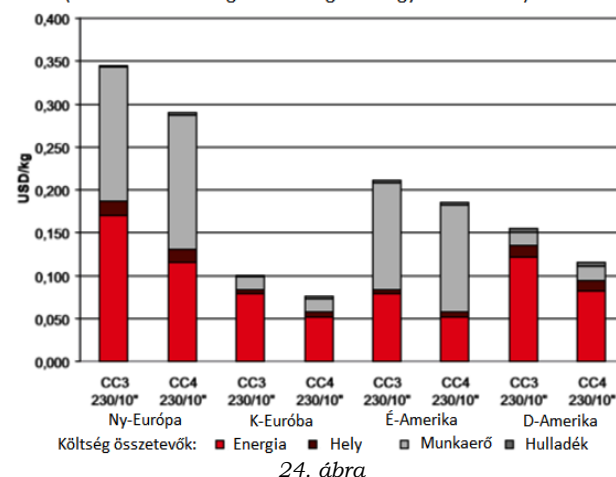
23. ábra

csökkentésével jelentős energiamegtakarítás érhető el. A külső fonalág feszültségét a fonalfék aktív hajtásával minimálisra csökkentik. A fonalág feszültség-ingadozását az elektronikus vezérlésű, rövid reakcióidejű, aktív hajtású fékhatás változtatásával kiküszöbölik, minimálisra csökkentik, a tárolótárcsán a fonalfeltekeredés gyakorlatilag 0°-os. A ballonátmérő minimálisra csökkentésével (a fazékperemnél minimális méretű a rés) az energia durva fonalaknál 20–50%-kal csökkenthető (23. ábra). A CableCorder CC gépeken az egyedi orsóhajtásnak köszönhetően szakadás elhárításakor a sodratszám állandósága is biztosítható.

A gépek korszerűségétől, az országoktól (munka-

Energia-megtakarítás a CC4-et a CC3-hoz viszonyítva Európában és Amerikában

(klimatizálási költség-külömbösgé nem figyelembe véve)



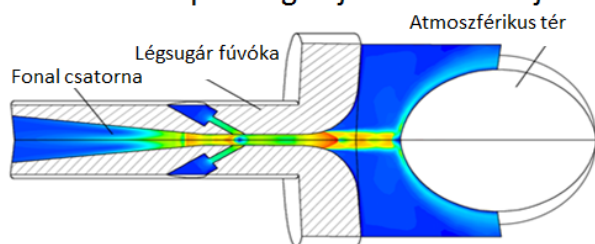
24. ábra

erő- és energiaköltség) függően ugyanazon termék gyártási költsége is lényegesen különbözhet (24. ábra).

Terjedelmesítés

A szintetikus fonalak tömeges használatával a szálak hullámosítási, terjedelmesítési technológiája is sokat fejlődött. Több terjedelmesítési eljárást is kidolgoztak (hamissodrásos, torlasztásos, légsugaras stb.). A légsugaras terjedelmesítő gépen a nagysebességű légsugár a filamenteket kuszálja (25. ábra), sajátos fonalstruktúrát eredményez, de jelentős a sűrített levegő-felhasználása.

Szuperszonikus légsebesség szimulációs képe a légtérjedelmesítő fejben



25. ábra

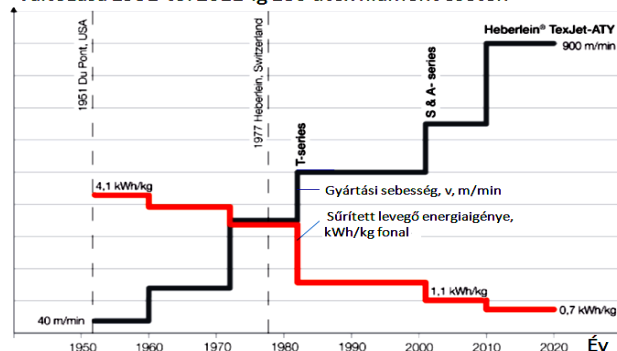
A terjedelmesítő gépek teljesítményét az elmúlt fél évszázadban számottevően megnövelték, míg a fajlagos energiafelhasználásukat jelentősen sikerült csökkenteni (26. ábra).

A textiltermékek az alapnyagtól az igényelt széles termékskálig széles tartományt ölelnek fel, emiatt az optimális technológiát az adott anyagnak és terméknek megfelelően kell kiválasztani. A Méretre Szabott Energia program megvalósulásához a textiltgépek kialakítását, fejlesztését az energetikai szempontokat is figyelembe véve kell „szabni”.

Összefoglalás

A textilyártás néhány évtizede Európában jól prosperáló, minőségben és mennyiségben is világméretben kiemelkedő, meghatározó iparág volt. Ez kiegészült a magas színvonalú textilipari kutatással, oktatással és a gépgyártással. Az utóbbi negyed században azonban Európa magára hagyta textiliparát, rövid idő alatt áttelepült Ázsiába, elsősorban Kínába. Azonban, mint a bemutatott példák is mutatják, az magas energiaárak, a növekvő bérköltségek, a nagy környezetszennyeződés és a növekvő szállítási költségek miatt Kína ma már számos területen nem versenyképes. Közben a textiliák területén is felértékelődött a különleges funkciójú termékek gyártása (a műszaki textiliákhoz szükséges magas fokban égésgátolt, sztatikusan nem feltöltődő, elektromosan vezető stb., valamint a kompozitok gyártásához felhasznált ún. nagyteljesítményű szálak, a szén-, üveg-, para-aramidszálak). Ezeknek a nagy értékű, különleges funkcióknak megfelelő termékeknek a gyártása a hagyományos textiltechnológiákra épül. A technológiákat ma már az új igényeknek megfelelően alakítják ki, ezeknek a termékeknek a gyártása sajátos textiles szakmai tudást igényel. E nagy értékű termékek gyártása az európai országokban is felértékelődik, egyre nagyobb volumenben állítják elő azokat.

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



26. ábra

* * *

A jelen tanulmány a lineáris textilterméket előállító technológiákat az energiafelhasználás ill. az energia-csökkentési eredmények oldaláról mutatja be. A textiltechnológiai termékek gazdaságos gyártásában a tendenciájukban növekvő energiaárak egyre meghatározóbbak, és az energiafelhasználás környezetvédelmi okok miatt is a figyelem középpontjába került. Kíváncsian várjuk a textiltgépgyártóknak a 2015 novemberében rendezendő ITMA kiállításon bemutatandó fejlesztési eredményeit a fenntartható fejlődés terén, valamint a Párizsban ez év végén megrendezendő klímavédelmi konferencián fogadtatott környezetvédelmi intézkedéseket.

Felhasznált irodalom

- [1] USA – von einer „Sunset” – zur „Sunrise”-Industrie. Die Kundenzeitschrift von Rieter Spun Yarn Systems Nr. 65/2014/
- [2] Innovation by Rieter – Ideen umsetzen und Kunden begeistern. Die Kundenzeitschrift von Rieter Spun Yarn Systems Nr. 63/2013/DE
- [3] Effiziente Energienutzung in der Textilveredung. EnergieAgentur NRW 2012/3.
- [4] S. Weidner-Bohnenberger: Effizientes Rotorspinnen. 15. Denkendorfer Spinnereikolloquium 2008.
- [5] A. Leder: Energieeffizienzsteigerung und Abfalleinsparung in der Spinnereivorbereitung. 15. Denkendorfer Spinnereikolloquium 2008.
- [6] U. Heitmann, J. Schneider: Potenziale des Ringspinnens. ITV Denkendorf
- [7] A. Felder Fa. Lindauer DORNIER GmbH .Aachen-Dresden International Textile Conference 26. –27. 2009
- [8] Allma TC2 Perfectioning technical yarns
- [9] Szabó L. A sűrített levegő a textiltechnológiában. Magyar Textiltechnika 2009/1. p. 4-8.