

Fonalszakadások elemzése

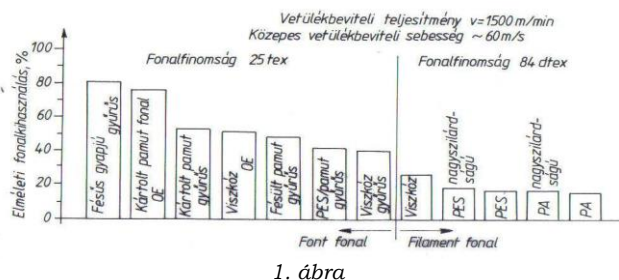
Szabó Rudolf

Rejtő Sándor Alapítvány

Kulcsszavak/Keywords: Szakítóerő, Igénybevétel, Fonalszakadás, Hatásfok
Breaking force, Yarn load, Yarn break, Efficiency

A fonalszakadás, ami a textilgyártás során a legtöbb zavar okozója, statisztikai szempontból ritka eseménynek, „balesetnek” tekinthető. A fonalszámok növelése, a több munkaegységen folyó munka és a nagy fonalszállítási sebességek miatt a fonalszakadás sajnos a fonalfeldolgozási folyamatok velejárója. A gazdaságos üzemvitel elengedhetetlen célkitűzése kell legyen a szakadásszám minimumra csökkentése, ill. megelőzése. A szakadások a gépkezelők terhelését növeli, ezáltal a termelékenységet csökkenti. Ezen túlmenően a fonalszakadás a kelmében minőségi hibát is okozhat (pl. indítási csík), a gépleállások és -indítások a gépszerkezetek igénybevételét is számottevően megnövelik.

A teljesítmények növelésével a feldolgozási igénybevételek is növekednek, így a szakadás valószínűsége is növekszik. Kisebb szilárdságú fonalak esetén a szövődében az igénybevétel a fonal szilárdságának 50–60 %-át is elérheti, míg a nagyobb szilárdságú fonalak esetén ez lényegesen kisebb (1. ábra).



1. ábra

Az újabb kutatások egyértelműen igazolják, hogy a fonal átlagos szakító szilárdsága és a vetülekébeviteli fonalerőcsúcás átlaga önmagában kevés támpontot ad a fonalszakadás várható becsléséhez, a fonalszakító erők és a vetülekéigénybevételi erőcsúcok szórása, ill. a gyenge helyek száma ugyancsak döntően befolyásoló tényező (2. ábra).

Az ábrán

F_i – vetülekébeviteli fonalerő csúcás átlaga,

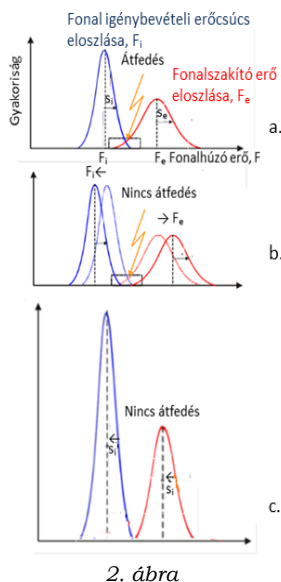
F_a – fonal átlagos szakító ereje,

s_i – vetülekébeviteli fonalerő csúcás négyzetes szórása,

s_a – fonal átlagos szakító erő négyzetes szórása.

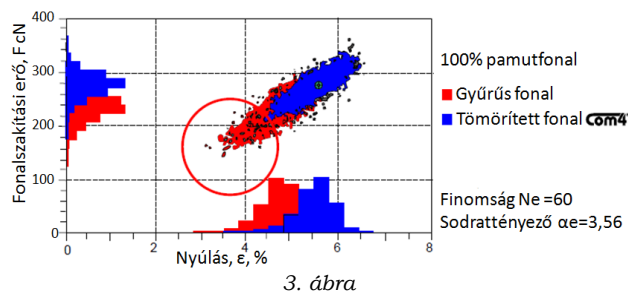
A fonalszakadás akkor következik be, amikor a fonal pillanatnyi

Fonalszakadás értelmezése a fonalszakító erő és a fonal igénybevételi erőcsúcás eloszlása alapján



2. ábra

Fonalszakadás erő-nyúlás pontok eloszlása



3. ábra

igénybevétele eléri az adott fonalszakasz ellenálló képességét. Az ábra alapján a szakadás csökkentése a fonal igénybevételi és ellenállási görbe átfedési területének csökkentésével érhető el (2/a ábra). Az igénybevételi erőcsúcás átlagának csökkentésével és a fonal átlagos szakító erejének növelésével a gyakoriságok átfedése megszűnik, aminek hatására a szakadásszám lecsökken (2/b ábra).

Az igénybevételi erőcsúcás és a fonal átlagos szakító erő szórásának csökkentésével az átfedési terület megszüntetésével a szakadás ugyancsak lecsökkenthető (2/c ábra).

A fonalszakadás az alábbi négy paramétert változtatva csökkenthető:

- a fonal átlagos szakító erejének növelésével,
- a fonal szakítóerő szórásának csökkentésével,
- a fonal-igénybevételi erőcsúcás csökkentésével és
- a fonal-igénybevételi erőcsúcás szórásának csökkentésével.

Ezzel magyarázható, hogy a nagyobb átlagos szakítóerejű, nagyobb szakítóerő-szórású gyűrűsfonalhoz viszonyítva a kisebb átlagos szakítóerejű, de egyenletesebb OE fonal kevesebb szakadással dolgozható fel.

A fonalban előforduló gyenge helyek gyakorisága döntő hatású a fonalszakadásra. A fonaltételekben levő gyenge helyek nagyszámú szakítóvizsgálattal (100 000 szakítás) határozható meg. Automata fonalszakító gépen az egyes fonalszakítási értékeket erő-nyúlás diagramban a szakadásokat pontthalmazként ábrázolva a legkisebb erő és nyúlás értékek meghatározhatók (3. ábra).

A lineáris textiltermékek (szál, fonal) keresztmetszete számos esetben nem meghatározható, emiatt a szilárdságot nem a keresztmetszetre, hanem a tömegre, súlyra vonatkoztatva, ún. specifikus szilárdságban fejezzük ki. A specifikus szilárdság a Föld gravitációs terében az ún. „Free breaking length (szabad szakadási hossz)” értelmezhető (azonos keresztmetszetű anyagot függőlegesen meddig emelhető, amíg az anyag a saját súlya miatt elszakad).

A keresztmetszetre értelmezett feszültség, szilárdság:

$$\sigma = F/A$$

ahol:

σ – feszültség, Pa,

F – erő, N,

A – keresztmetszet, m².

A specifikus feszültség, szilárdság (súlyra vonatkoztatott):

$$\sigma^* = \sigma / \rho g$$

ahol:

σ^* – specifikus szilárdság, km \rightarrow cN/tex,

ρ – sűrűség, kg/m³,

g – gravitáció értéke, 10 m/s².

A lineáris termékre a specifikus feszültség, szilárdság értelmezése:

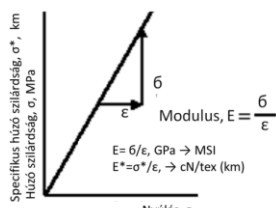
$$\sigma^* = F / \text{tex}^*$$

ahol:

F – a lineáris termék szakító ereje, cN,

tex^* – a tex gravitációs térben értelmezve; 1000 m fonal súlya cN-ban, cN/km.

Specifikus rugalmassági modulus értelmezése

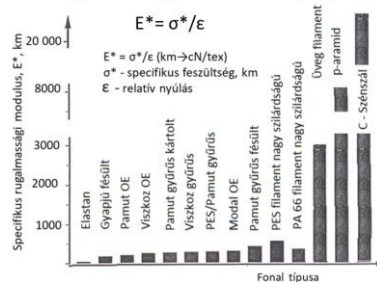


4. ábra

Hasonlóan értelmezhető a lineáris termékek specifikus rugalmassági modulusa is (4. ábra).

A keresztmetszetre vonatkoztatott szilárdsági jellemzők csak az azonos sűrűségű anyagok összehasonlításáról adnak valós tájékoztatást. A specifikus szilárdság a különböző sűrűségű anyagok összehasonlítását teszi lehetővé.

Különböző fonalak specifikus rugalmassági modulusa (E*)

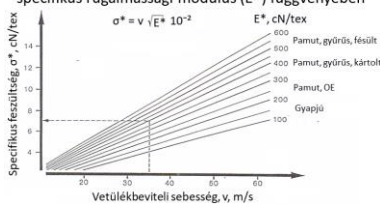


5. ábra

A fonalak specifikus szilárdságán túlmenően a specifikus merevség is széles tartományt ölel fel (5. ábra).

A szövessel feldolgozott fonalak specifikus merevsége is döntő hatású a vetülékbeviteli igénybevételekre (6. ábra).

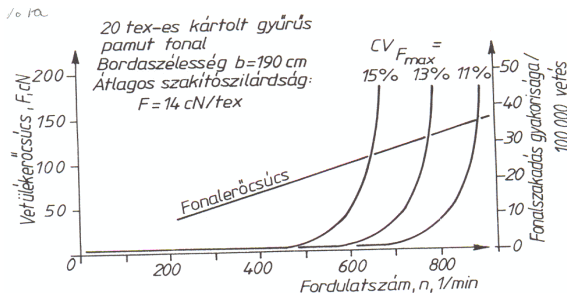
Vetülékbevitel során a specifikus feszültségcsúcs (σ^*) alakulása a beviteli sebesség (v) és a specifikus rugalmassági modulus (E^*) függvényében



6. ábra

Emiatt a különböző tulajdonságú fonalak feldolgozása különböző vetülékbevitelt, különböző gépkialakítást és beállítást igényel és a feldolgozási sebességet is a fonalak tulajdonságainak megfelelően kell megválasztani.

A fonalszilárdsági értékek és a vetülékbeviteli erőcsúcsok és annak szórásának ismeretében következtetni lehet



7. ábra

az adott fonaltétel feldolgozhatóságára, a várható szakadékonyságra (7. ábra).

A szövőgép fordulatszámának növelésével az igénybevételi erő csúcs növekszik, nagyobb fonalszakítóerő-egyenlőtlenség esetén a szakadás már kisebb fordulatszámra is jelentősen megnövekszik.

Illúzió azt hinni, hogy a korszerű szövőgépek beruházása, üzemeltetése a gazdaságos, jó minőségű szövet gyártását magától megvalósítja. Sőt ellenkezőleg, a nagyteljesítményű szövőgépeken a technológiai gyengeségek, a holtidők növekedése, a hatásfok csökkenése erőteljesebben jelentkeznek.

A szövés egymásra épülő technológiai lépcsők utolsó láncszeme, emiatt a szövődei szakadások csak a technológia egészét kézben tartva csökkenthetők (8. ábra).

A fonalszakadások a szövőgép leállítását okozza, ami csökkenti a termelékenységet, rontja a szövet minőségét és növeli a gyártási költségeket. A fonalszakadások csökkentésére célszerű folyamatosan meghatározni és elemezni a szakadásokat. A cél eléréséhez az összes technológiai lépcső kölcsönhatása révén ajánlatos a termelési költségek optimalizálása.

A fajlagos szakadásszámok mértéke – hasonlóan a fonalminősítő pl. U %, CV% statisztikai adatokhoz – statisztikai adatok összehatással ítéltető meg. A technológiai lépcsőkön fellépő szakadásszám jó, közepes és rossz értékhatárokat a Sulzer Rüti cég az I. táblázatban adja meg.

A fonalszakadás a technológia bármely szakaszában zavaró, de a fonalszakadás költsége jelentős mértékben függ attól, hogy melyik technológiai lépcsőn következett be. A technológiai lépcsőkön a fonalszakadások viszonylagos költségeit a II. táblázat tartalmazza.

A táblázat alapján megállapítható, hogy a különböző technológiai lépcsőkön bekövetkező szakadások költsége nagyságrendekkel eltérő.

I. táblázat. A fajlagos szakadásszámok minősítő határai

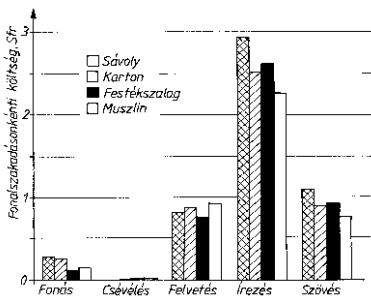
| Viszonyítási alap | Gyűrűsfonal 29,5 tex | | | OE fonal 20 tex | | |
|----------------------------------|----------------------|---------|-------|-----------------|---------|-------|
| | jó | közepes | rossz | jó | közepes | rossz |
| Fonoda 1000 orsóóra | 17 | 37 | 96 | 15 | 30 | 80 |
| Keresztcsévélő 10 ⁵ m | 30 | 40 | 50 | - | - | - |
| Felvető 10 ⁶ m | 0,8 | 1,5 | 3,0 | 0,7 | 1,0 | 2,0 |
| Írező 10 ⁷ m | 3,8 | 5,7 | 8,6 | 1,2 | 2,3 | 4,0 |
| Szövődei 10 ⁵ vetés | 6,0 | 8,7 | 11,5 | 7,5 | 11 | 14,6 |

II. táblázat. A fonalszakadások viszonylagos költségei

| Technológiai lépcső | 29,5 tex-es OE fonal | 20 tex-es gyűrűsfonal |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Fonodai szakadás | 1,0 | 1,0 |
| Keresztcsévélői szakadás | - | 0,074 |
| Felvetői szakadás | 3,4 | 7,5 |
| Írezői szakadás | 10,0 | 25,0 |
| Szövődei szakadás | 3,6 | 9,0 |

A **keresztcsévézés** során a fonalszakadás elhárításának költsége kb. 1/100-a a felvetői és a szövődei szakadási költségnek, míg az írezői szakadási költség a legnagyobb. Emiatt a nagyobb veszteség elkerülésére irányítani kell a fonalszakadást, bekövetkezését (fonaltisztítás) lehetőleg ott kell előldézni, ahol a szakadás, illetve az elhárítás költsége a legalacsonyabb. A keresztcsévézés emiatt a későbbi szakadásszámok megelőzésében kulcsfontosságú, ahol a fonalhibák olcsón eltávolíthatók. A keresztcsévéző üzemben emiatt fő törekvés semmi esetre sem a mennyiség, hanem a későbbi technológiai lépcsőkön a fonalszakadások megelőzése. Az automata keresztcsévéző gépen a fonaltisztítással a hibás fonalszakaszon a fonalat elvágva, a hibát eltávolítva a fonalvégek splicer-rel egyesítve a későbbi lépcsőkön fonalszakadások csökkenthetők, a fonal tulajdonságok gazdaságosan javíthatók.

Különböző technológiai lépcsőkön egy fonalszakadások költségét a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra

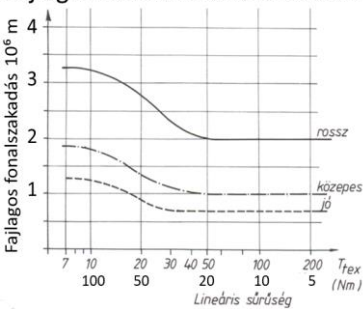
Különböző technológiai lépcsőkön egy fonalszakadások költségét a 9. ábra szemlélteti. A szövethibák – cikktől függően – szoros a kapcsolatot mutatnak a fonalszakadással. **Felvetés** során a keresztcsévézéstől lefejtett fonalak százaikat egy időben egymással párhuzamosan a lánchengerre tekercselik. A magas szövődei hatások, a szövetség és a gazdaságosság biztosításához elengedhetetlen a lánchenger kiváló minősége. A megkövetelt minimális szövőgép leállások (6 leállás kevesebb mint 10⁵ vetésre) a lánchenger gyártásának magas szintű technológiájával érhető el. Irreális azt feltételezni, hogy gyengébb minőségű fonalokból is kiváló minőségű lánchenger készíthető, de a kiváló minőségű fonalokból is készíthető rossz lánchenger. A felvetőgépen a fajlagos szakadásszám-értékek elsősorban a fonoda, a keresztcsévéző, a festőde, a felvetőállványról a fonal vezetése, fékezés, az anyagmozgatás, a feldolgozási körülmények (tisztaság, klíma) munkáját minősítik.

A felvetői fonalszakadások minősítő értékeit a fonalfinomság függvényében a 10. ábra tartalmazza. Ezeknek a szakadásszám határértékeknek a betartásához legalább az USTER 50%-os fonal szükséges.

A fonalszakadások elkerülésére a lánchengerre készítésekor az alábbiakat kell szem előtt tartani:

- a tökéletes lánchenger tárcsák a jó lánchenger alapja,
- a technológiai műveleteknél a leporlásból keletkező pihék eltávolítása rendszeres tisztítással, hogy a nagyméretű írezett pihék ne okozzanak szövőgép leállást,
- henger keresztcsévézők azonos irányú lefejtése, a megegyező lefejtési irányjal elkerülhető a ballonok ütközése,
- a befutó, nem ösztökötött lánchenger elkerülése, a felvetőgép az elszakadt

Fajlagos felvetői szakadásszámok



10. ábra

fonalvégeket minden esetben össze kell kötni.

A jó minőségű lánchenger a gépkezelők megfelelő képzésével és a felvetőgép lelkiismeretes karbantartásával készíthető, pl. a felvetőgépen a féktávolság helyes beállítása, a megfelelően működő fék stb.

A felvetőgépen a fonalak közel 50%-ánál a fonalszakadások felvételezése és kiértékelése kiváló alkalom a fonalak minőségének vizsgálatára, a fonalhibák okainak feltárására, a vásárolt fonalak minősítésére, amiből következtetni lehet a várható szövődei szakadékonyságra is.

A szövődei szakadások költsége a textilgyártás folyamatok közül a legnagyobb hányad, a gazdaságos szövőgyártáshoz elengedhetetlen a szövődei szakadásszám csökkentése (11. ábra).

A szakadásszám csökkentéséhez elengedhetetlen a szövési folyamatok alapos ismerete (vetülék- és lánchengerigénybevételek), azok folyamatos figyelése, a manuális szakadás felvételezés, kiértékelés és törekvés a technológiai folyamatok állandó javítására. A szövethibák – cikktől függően – szorosan összefüggnek a fonalszakadással.

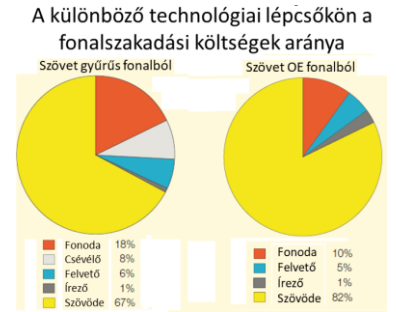
A szövőgép teljesítmények növelésével párhuzamosan a fonalszakadások száma is növekszik, amit a szövőgép fejlesztők a gépek szakadatlan technológiai javításával igyekeznek ellensúlyozni (12. ábra).

Változatlan fonalszakító erő és fonal-igénybevétel esetén azonos fajlagos fonalszakadást feltételezve a szövőgép fordulatszám növekedésével arányosan az időegységre (óra) eső gépleállítás is növekszik, ezáltal a szövőgép hatásfoka csökken (13. ábra).

A gazdaságos szövőgyártási feltételek a szövési igénybevételek csökkentésével, jobb minőségű fonallal, a szövődei szervezéssel (a szövőterhelés szakadásszámhoz igazításával) biztosítható.

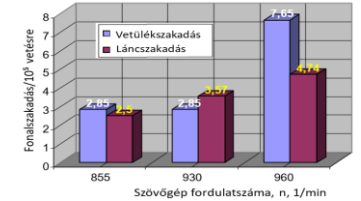
Felhasznált irodalom

K.: Eisenhut: Einflussgrößen für die Wirtschaftlichkeit in Sulzer Rütli Webmaschinen Anlagen. BetriebsleiterkursGreifer vom 5. bis 9. september 1988.
 H. W. Krause – H. Nöbauer – A. Shaheen: Ritka zavaró események feldolgozása és előrejelzése a szövőgépeken. Magyar Textiltechnika. 1991/5. p. 177-183.
 W. Weisenberger – G. De Jager – E. Frick: Prozessübergreifende Qualitätssicherung in der textilen Produktionskette aus der Sicht vom Gewebe zum Garn. Sulzer Rütli Docentenkurse, Rütli 1992. 05. 04-05.
 Szabó L.: Műszaki szál kábelcsévéző feldolgozása. Magyar Textiltechnika. 2012/4. pp. 129-133.
 Borka Zs. – Szabó R.: Fogóvetélős szövőgépek Magyar Textiltechnika 1996/4. p. 151-158.

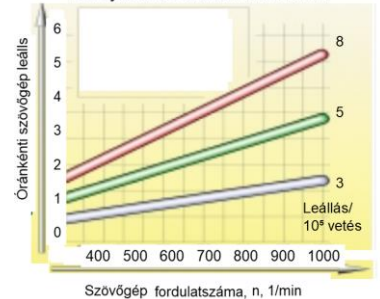


11. ábra

Légsugaras szövőgépén a fordulatszám emelkedésével a fonalszakadások növekedése



Állandó fajlagos fonalszakadás (10⁵ vetésre) esetén a szövőgép fordulatszám befolyása az óránkénti leállításra



13. ábra