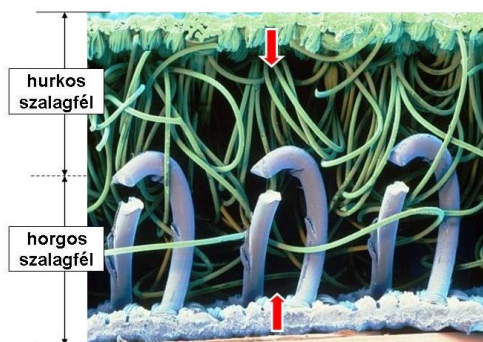


# 65 éves a tépőzár

Kutasi Csaba

Kulcsszavak: Tépőzár, Velcro, Szalagszövés, Horgos szalag, Hurkos szalag, Monofil, Multifilament

Napjaink egyik fontos záródási kelléke a tépőzár (1. ábra). Nemcsak gyermek- és felnőttruházati termékeken, háztartási- és lakástextíliákon alkalmazták gyors, tartós, biztos megfogású zárásra, kézzel oldható nyitás céljából. Az alsó és felső szalag-félből felépülő tapadó kellékek előfordulnak ágyneműn, cipőn, bőrdíszműárakon, sportruházatokon és sportfelszereléseken is. Használják még szerszámok rögzítésére, járművek belső burkolatainak felhelyezésére. Szinte természetes, hogy az űrtechnika szolgáltatta az első alkalmazási területeket, az asztronauták a súlytalanságban tépőzárral rögzítették tárgyaikat (a tudományos berendezéseket, élelmszercsomagokat, tálcákat stb.), sőt időnként önmagukat is. Ma már nemcsak textilanyagból készült tépőzárak ismertek, sőt nano-tépőzárak is léteznek.

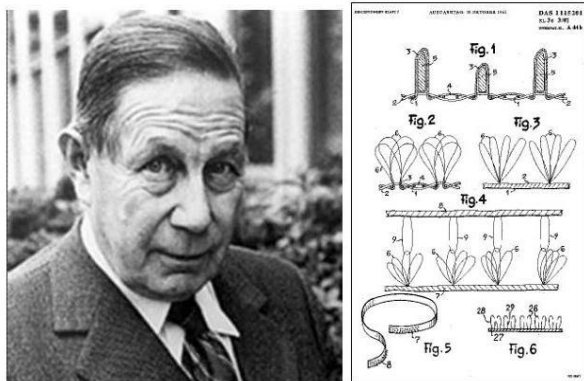


A tépőzár szalag-feleinek kezdődő kapcsolódása

1. ábra

A tépőzár feltalálása egy svájci mérnök nevéhez fűződik. Georges de Mestral (1907–1990) 1941-ben többeszerre is bosszankodva tért vissza egy vadászatról, nadrágja és zoknija valamint kutyájának bundája tele lett a köznyelvben helytelenül bogáncsnak nevezett növényi képződménnyel, valójában a bojtortján termésével (2. ábra).

A bojtortján horgos végű, hátragömbülő fészkepikkelyei (a fészekvirágzatok változatosan kiszélesedő fellevelei)



Georges de Mestral és szabadalma

2. ábra

lei) okozzák a kellemetlen tapadó képességet.

Mikroszkóp segítségével jól látható, hogy a bojtortján termés apró kampóiba akadt textil elemiszálak miatt került a képződmény a ruházat „fogságába”. A horgos végekkel hasonló módon rögzült a pikkelyes felületű állati szőrökön is (3. ábra).

A természetben a bojtortján növény termőterületének kiterjesztését szolgálja ez a képesség (a beértett termést az arra járó élőlény vigye minél messzebbre). Ezt igyekezett Georges de Mestral kamatoztatni az életelen világban is. Addig ügködött egy lyoni szövés szakemberrel együttműködve, míg végül poliamidból sikerült a „horgos-hurkos” rendszert mesterségesen előállítani. A kidolgozott gépi előállítási módszert 1951-ben szabadalmaztatta. A plüss-szerű (bársnyos) szalag-fél terméket a francia velours (bársny), ill. a másik tapadó felület jellegzetességét jelentő crochet (horog) kifejezések kombinálásával „velcro”-nak nevezte. Így lett a szabadalmi és védjegytalálat 1978-ig élvező találmány neve *Velcro*. A sokszor az alaptermék életciklusát is túlélő záródási kellék, a *tépőzár* tehát hat és fél évtizede indult hódító útjára. Georges de Mestral 1952-ben Svájcban céget alapított a tépőzár előállítására. A Nyugat-Európában és Kanadában történt bevezetés után 1957-ben az USA-ban megalapította a Velcro Industries céget. A feltaláló 1958-ban az USA-ban is szabadalmaztatta találmányát, ott is megindult a forgalmazás.

## A tépőzár működése

A szakirodalmi utalások szerint egy 12×12 cm-es aktív felületű speciális tépőzár akár 1 tonnás tömeget is képes megtartani. A rendkívül nagymértékű, nyíróerőkkel szembeni ellenállás még egyes kötőelemek szegecselest helyettesítő, egyszerűbb szerelését is lehetővé teszi.

A textiltermékekbe épített tépőzárakkal szembeni alapkövetelmények egyike a használat ill. tisztítás során fellépő mechanikai és vegyi hatásokkal szembeni ellenállás. A textilanyagra vonatkozó kezelési jelképekben megfogalmazott körülményeket károsodásmentesen és a záródási-nyithatósági funkció teljes megtartásával bírnia kell a záródási kelléknek (a késztermék teljes életciklusán belül).



horgos végű, hátragömbülő fészkepikkelyek, mint kiszélesedő fellevelek

A bojtortján virágzata és termése

3. ábra

A tépózárat gyakran rendkívül nagy értékű árukba építik be, így a kifogástalan minőség és elvárt tartósság garantálása szinte az értékesíthetőség alapkritériuma. Ezért jellegzetesen bizalmi termék, csak a megbízható eredetű záródási kellék piacképes.

A gyártók garanciája szerint legalább 5000 nyitást ismétlődően és roncsolás-mentesen kibíró tapadószalag egy szalagszövésből készült speciális termék. A kampós tépózár ún. alsó és felső szalag-félből épül fel. Az egyik a speciális monofil beépítésével (ill. különleges felvágásával) kialakított horgos felület (a kampós rész), a másik multifilamentek segítségével létrehozott plüss-szerű, hurkos ellendarab.

Az így kialakított két tapadó felület közelítésekor először a nagyobb kiálló hurkok kerülnek érintkezésbe a horgokkal. Összenyomásra eleinte a horgok ívén elcsúszva a hurkok besimulnak a kampós részek közé, vagy ideális esetben többségük bejut a horognyílásba. A nyitáskor két fő erőirány érvényesülhet. A horgok hossz tengelyével párhuzamos szétválasztó igénybevételre („hámozó” erő) a szalag soronként választódik szét. A horgok hossz tengelyére merőlegesen ható erőhatások során olyan igénybevételek hatnak, amelyek az ív kinyitásához vezetnek, ill. egy részük az elmozdításhoz szükséges erőkre oszlik meg. Ezután a horgok ismét felveszik eredeti szabályos alakjukat (4. ábra).

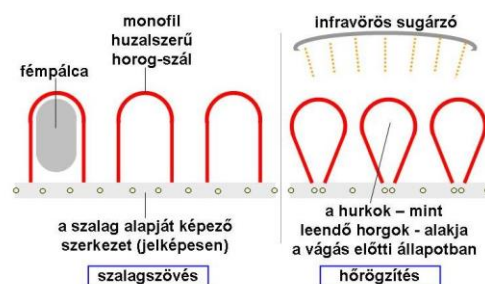
#### A tépózár előállításának főbb műveletei

A tépózár egymáshoz tapadó szalagágai legjobban a plüss-szalagszövéshez hasonlítható speciális termékek. Az ún. flóros felületek (hurkos, ill. horgos) kialakítását ideiglenes fém-pálca segédeszközzel valósítják meg a szalagszövés során.

Tehát a szalag-féltől függően változik a flór felület kialakítása, így a huzalszerű, vastagabb monofil (horgos), vagy a vékony ágakból álló multifilament (hurkos) lesz a különleges láncrendszer. A felvetéskor külön tekerceslik fel az alapláncot, a monofilt, vagy multifilamentet, ill. a szélső láncokat (utóbbiak biztosítják a bomlásmentes szalagszéleket). A szalagszövésből készült termék munkafelületeit a speciális láncfonalrendszer hozza létre a hurokképző segédeszközök segítségével. A szokványos keresztirányú vetülfonalakkal jön létre a textílfelület.

Az előírt hurokalak felvételét a hőrögzítés biztosítja. A felvágás után horgokat alkotó monofil ívek, a hurok alakú képződmények szabályos kialakítása alapvető fontosságú. Az optimális hurokalak egyöntetű biztosításával érhető el a tapadószalag flórfelületének azonos magassága, amely a szabályozott vágás (amikor a hurokból horgos lesz) alapkritériuma. Ugyanis egyenlőtlen magasság esetén csökken a vágásbiztonság, ez a tapadó képességre rendkívül kedvezőtlenül hat.

A tépózár kampós aktív felületét létrehozó monofil horgok hurok alakjának precíz kialakítását a fokozatos



A tépózár horgos szalag-felének egyes előállítási fázisai

5. ábra

hőrögzítéssel érik el (5. ábra). Az előírt kivitelű hurok forma teszi lehetővé az egyenletes flór-magasságú szalag előállítását, amely a monofil szalag-szövés közbeni szabályozott fékezése és adagolása mellett az optimális hőrögzítéssel érhető el. Utóbbi megvalósítása és optimalizálása szintén a feltaláló Georges de Mestral nevéhez fűződik, aki felismerte, hogy ha a poliamid monofilékből a szövés során kialakított hurokokat infravörös sugárzással felmelegíti, majd gyorsan lehűti, úgy a képzett hurkok alakjukat megtartva rögzítődnek, ugyanakkor rugalmasságuk megmarad. Az ún. előrögzítés műveletére magán a szalagszövőgépen kerül sor, parabola alakú hőszugárzóval (pl. poliamid 6.6 esetében 170–175 °C-on). A hőközlés-hűtés tökéletes végrehatásával érhető el az optimális hurokalak-kialakítás, ennek megfelelően a vágásbiztonság szempontjából fontos egyenletes szalag-, ill. hurokmagasság. Az előrögzítés hiányában, vagy elégtelen kivitelezése esetén a hurkok szegéllyel bezárt szöge – elfordulása – nagy, a hurkok a vágószerkezet fogai közé csúszva levágódnak vagy nem válnak horgoggá. A végső rögzítést külön műveletben, speciális apró fém-szemcsés közegekben, homokban végzik (a hőrögzítést követően porolással távolítják el a hurkok között esetleg bennmaradt szemcséket). Ezt a kezelést az előrögzítésnél magasabb hőmérsékleten hajtják végre, ez a hatás biztosítja a tartós hurokalakot a tapadó-szalagok zárása és nyitása során, ill. a tépózárrel ellátott pl. ruházati termék tisztításakor. A hőrögzítésre a hurkos szalag-feleknél is sor kerül.

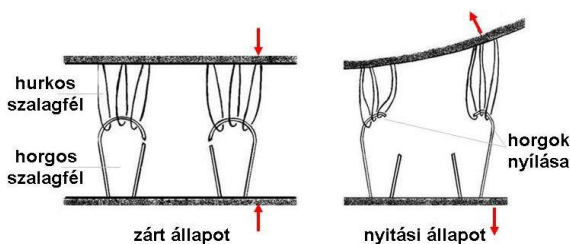
Az appetálás műveletével a flórfonalas (hurkos, ill. felvágással horgos) felület további stabilizálását érik el.

A tapadószalagok fonákoldalát megfelelő műgyanta-készítmény alapvegyületével vonják be, a hőkezeléssel kialakuló makromolekulás réteg a színoldalon kiálló hurkok/horgok még jobb megtartását eredményezi.

#### A hurkos és horgos szalag-fél készítése

Eddig együtt folyt a kétféle tapadószalag gyártása, ezután a funkciótól függően kettéválik a további technológia:

A hurkos szalag aktív felületén a flórrendszert mechanikai hatásokkal maximálisan fel kell lazítani (a multifilamentből álló hurkoknál el kell érni a felépítő ágak lehetőség szerinti szétválasztását; a szinte egyenként megjelenő filamenthurkok sokasága kínálja majd a horgokba történő bekapcsolódást a záráskor). A tépózár hurkos tapadószalagja ezért látszik szabad szemmel rendkívül borzolt plüss-szerű felületnek. A hurkok stabil szalagban maradását a korábban említett különleges szövetszerkezet (kötőlánc, forgófonalas rendszer) és a szalagszövés utáni kezelések (hőrögzítés, appetálás stb.) biztosítják.



A tépózár elvi működése

4. ábra



A monofilból kialakított horgok felvágása igényli a legnagyobb odafigyelést, hiszen ennek végrehajtási színvonala alapvetően hat a kész tépőzár minőségére. A vágás során arra kell koncentrálni, hogy csak az egyik horogszár kijelölt helyén következzen be szabályozott vágás. A két helyen bekövetkező nyíró hatás a horogfej levágásával jár, nem lesz kapcsolódási felület (az egyes horogszárok nem tudnak a hurkokkal semmiféle kapcsolatot létesíteni). Amennyiben egy hurok kicsúszik a vágószerkezet hatásvonalából, úgy nem jön létre hurog (az ilyen flórfelület szintén alkalmatlan kapcsolódásra).

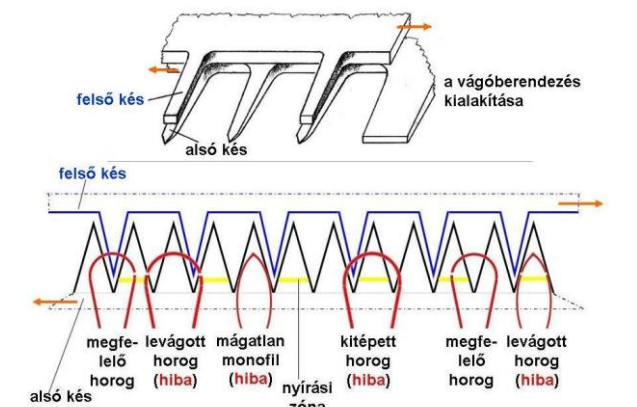
A vágást egymással ellentétesen elmozduló, monofil hurkonként kialakított vágóélek hajtják végre, elrendezésük és mozgatusuk szigorú szabályokat követ:

- a vágóélekkel ellátott kések felső fogosztása fele az alsónak (ezzel küszöbölhető ki elviekben a hurok levágása),
- a fogak mozgását úgy kell szabályozni, hogy fedésük ne tolódjon el (a holtponthelyeken maradjon meg az átlapolási helyzet, ez szintén meggátolja a hurok levágását),
- optimális nyomóerőt kell alkalmazni a vágószerkezetnél (kis nyomás esetén a monofil összenyomódik és elhajlik a vágás előtt, azaz befekszik a kések közé).

Az optimális vágásbiztonság elérésére – a vágószerkezet ideális működtetése mellett – legalább ennyire lényeges az előzőekben már hangsúlyozott előírt és tökéletesen egyenletes szalagmagasság elérése. Természetesen a megengedett tűrésen belül kis számban előfordulhatnak felvágatlan, ill. esetleg levágott hurkok (a tépőzár horgos szalag-fél részének, pl. mikroszkóp alatti elemzése során bizonyára rendellenes flór-részekkel is találkozhatunk) (6. ábra).

### A tépőzár színezése

A tépőzár színezésére a gyártási folyamat legvégén kerül sor. A mindkét tapadó szalag-félnek azonos színezetet kell biztosítani, beleértve a különböző összetevők (alap- és kötőlánc, szélső láncok, a hurkokat kialakító monofil ill. multifilament, továbbá a vetülék) mélységben és tónusban egyező színezését, a rendeltetésnek megfelelő használati szintartósság elérésével. Így az igénybevételeknek ellenálló képesség és a hőörgzéshez elengedhetetlen termoplasztikusság mellett olyan szintetikus szálanyagokat kell kiválasztani, amelyek színezése megfelelően kivitelezhető. A poliamid 6.6 emiatt is előnyös, miután többek között savas színezékekkel légköri nyomáson aránylag könnyen színezhető. Egyéb



A horgos vágása és a rendellenes horgok esetleges kialakulása

6. ábra

szintetikus alapanyagok is számításba jönnek (pl. poliészter), azonban pont a színezési körülmények lehetnek korlátozó tényezők (az említett poliészter közismerten kevésbé duzzad, kis nedvességfelvétele és zárt belső szerkezete, ill. színezékmegkötésre alkalmas csoportok hiánya miatt nehezen színezhető). Annak érdekében, hogy mindkét szalag-fél teljesen kész állapotában kerül sor a színezésre, így a következőkre kell feltétlen figyelemmel lenni:

- a felvágott monofilból álló horgos-szalag, ill. a felborzolt hurkos szalag rusztikusságának megtartása alapkövetelmény (tehát a színezés során fellépő hatások nem ronthatják a tapadó szalag felek aktivitását).
- a tépőzár szalag-felek színezése érthetően eltér a fonalak, kelmék színezési technológiáitól, speciális feltelemeknek kell megfelelni az egyenletes és funkcionálisan minőségmegóvó eljárások alkalmazása során (pl. a HT körülmények közötti színezékelvitel túlnyomásos körülményeivel kapcsolatos behatásokra, igénybevételekre fokozottan ügyelni kell).

### Meghatározó minőségi tényezők

Az optimális előállítás eredményeként lényeges, hogy a felületegységre eső horgok minél nagyobb számban váljanak hurok-befogadóvá, és a lehető legtöbb multifilament-ág vegyen részt a záródási kapcsolatban. Fontos, hogy a nyitáskor fellépő szétválasztó erőkre elsősorban a horgok-kellő rugalmassággal reagáljanak, azaz legalább 5000 (a gyakorlati tapasztalatok szerint akár 10 000–20 000) nyitást ismétlődően és roncsolásmentesen kibírjanak a speciális szalag-szövésű tapadószalagok.

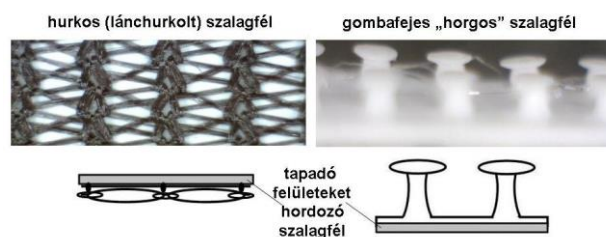
### Különleges tépőzárak

A Georges de Mestral által szabadalmaztatott, textilanyagú és textiltechnológiai úton előállított tépőzár mellett egyéb megoldások is születtek.

A gombafejes tépőzár több fajtája ismert:

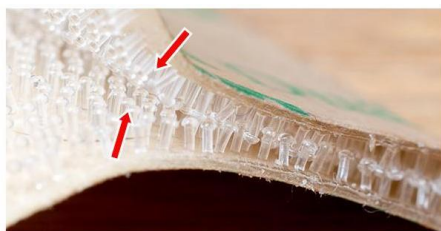
- Előfordul olyan szerkezeti megoldás, ahol a horgos szalag-fél helyett műanyagból készült gombafej struktúrájú szalag-fél az egyik tapadó felület. A hurkos szalag-felet speciális lánchurkolt kelmefület adja, amelyet valamilyen szalagszerű felülethez kapcsolva alakítanak ki. Számos alkalmazás mellett pl. ilyen záróelemet használnak egyes gyermek nadrágpelenkákon (7. ábra).
- Ismert az azonos műanyag gombafejes szalag-felekből felépülő tépőzár is. Az ilyen típusú záródási kelmék folyadékkal telített állapotban is használható (8. ábra).

A speciális felületi elemekkel (tüskés, ill. ezeket befogadó és rögzítő ellendarab) kialakított acélszalagok és nagyobb felületek akár 800 °C-os hőmérsékleten és agresszív vegyszeres közegben is használhatók. Ilyen



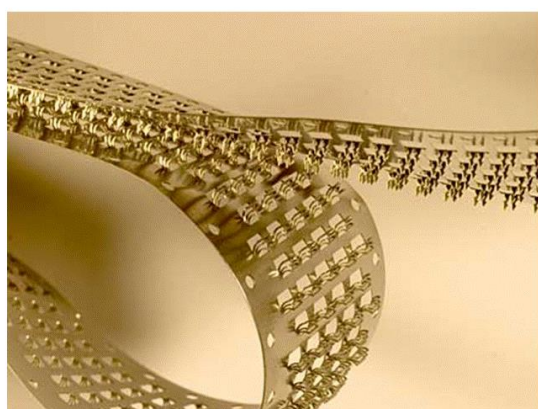
A gombafejes tépőzár felépítése

7. ábra



Azonos szalagfelekből álló gombafejes tépőzár

8. ábra



Acélból készült tépőzár

9. ábra

szerkezetű kapcsolódás egy négyzetméteres szerkezet esetén 35 tonna húzóterhelésre képes (9. ábra).

A nano-tépőzár csak elviekben hasonlít a hagyományos záródási kellékhez. Lényege egy olyan üvegcsík, amelynek aktív felületét filmrétegbe ágyazott, apró és különböző hosszúságú hullámos szőrszálszerű képződmények borítják. Az ide érkező pozitívan töltött részecs-



csapdába került  
nehézfém-ion

nano-*\"szőrszálak\"*

A nano-tépőzár elvi felépítése

10. ábra

kéket (pl. nehézfém ionok) ezek a szálak csapdába ejtik. A nano-struktúra villamos feszültségének mérésével a rabul ejtett részecskék száma, így a nehézfém szennyeződés mértéke pontosan meghatározható. Főleg a higany, ill. dimetil-higany és a kadmium pontos meghatározásra alkalmas gyors és olcsó módszer, ami a különböző élővizek és a bennük élő halak nehézfém meghatározására alkalmas. Nincs szükség mintavételre és laboratóriumi vizsgálatra, a helyszínen produkálható az eredmény. A nagyszámú nano-tépőzáras meghatározás mérési eredménye teljesen egyezik a műszeres-analitikai vizsgálatoknál kapott nehézfém-tartalommal (10. ábra).

Szintén nano-tépőzáras technika az, amely képes nagy hatékonysággal megragadni a véráramban keringő tumor sejteket. Ezek a rögzített sejtek a rendszerből kinyerhetők és, tanulmányozhatók. Természetesen számos további alkalmazás ismert és a lehetőségek köre sorra bővül.

### Felhasznált irodalom

- [1] A brief history of Velcro  
<http://content.time.com/time/nation/article/0,8599,1996883,00.html>
- [2] Kutasi Csaba: A húzó- és tépőzárak jellegzetességei. KONTROLL fogyasztóvédelmi újság, 2007 májusi szám
- [3] Wikipédia *Tépőzár* szócikk