

Golyóálló mellény láncrendszerű kötött kelmeszerkezetből

Zoles József

okl. gépészmérnök
c. főiskolai docens

Kulcsszavak/Keywords:

A golyóálló kelmeszerkezetek létrejöttét az aromás poliamidok megjelenése és ezen belül a para-aramid szálak kifejlesztése (1972-1988) tette lehetővé. Ezek a szálanyagok a következő fantázianevekkel kerülnek kereskedelmi forgalomba:

Kevlar (Du Pont)
Twaron (Enka Glanzstoff BV)
Technora (Teijin)

A para-aramidok fő alkalmazási területei a következők:

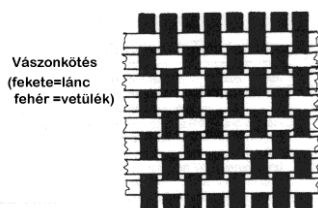
- dörzsbetétek, tömítések, pakolások (20-25 %),
- kerékkabroncs erősítés (20-15 %),
- más gumipari alkalmazások (15-20 %),
- ipari kelmék (ballisztikai is) (15-20 %),
- szál erősítésű kompozitok (kb. 10 %),
- kötelek, kábelek, hálók (5-10 %),
- védőruhák és más alkalmazások (5-10 %).

A para-aramidoknak nagyon nagy jelentőségük van a ballisztikai védelemben is. Nagy a dinamikus energiafelvételük (energiaabszorpciójuk), amely elsősorban nagy fajlagos húzószilárdságuknak és nagy moduluszúknak köszönhető, ezért képesek megállítani a nagysebességű lövedékeket. Egyaránt alkalmasak az ún. puha ballisztikai védelemhez (golyóálló mellényekhez) és az ún. kemény ballisztikai védelemhez, ahol pl. Kevlart alkalmaznak kompozit formában a katonai sisakokhoz, páncélozott járművekhez és hajókhoz.

A számos felhasználási területek közül cikkünk csak a ballisztikai védelemben használatos szövött és láncrendszerű kötött textiliákkal foglalkozik.

Kezdetben a ballisztikai kelméket vászonkötésű szövettől (1. ábra) állították elő. Ebben mind láncban, mind a vetülékben 930 dtex f 1000 finomságú Twaron CT fonalat alkalmaztak. Később megjelent a láncrendszerű kötött kelméből készült ballisztikai kelme, elsősorban az ezek előállítására alkalmas láncrendszerű kötőgépet gyártó Karl Mayer cég fejlesztése nyomán. A cég a ballisztikai védelemhez (golyóálló mellényekhez) kifejlesztett kelmeszerkezetének leírását a Kettenwirk Praxis c. folyóirat 2000. évi 1. számában jelentette meg, az általuk gyártott RS3 MSU típusú gép reklámozásával egyidejűleg.

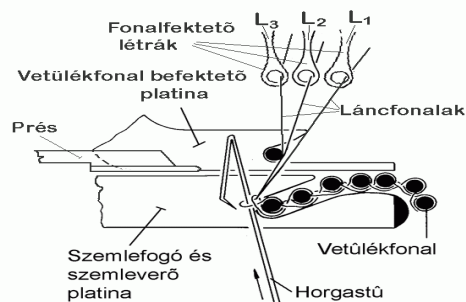
Általánosságban kimondható, hogy a láncrendszerű kötött ballisztikai kelmeszerkezet előállítása olyan gépet igényel, amely 3 létrával és vetülékbefektető berendezéssel rendelkezik,



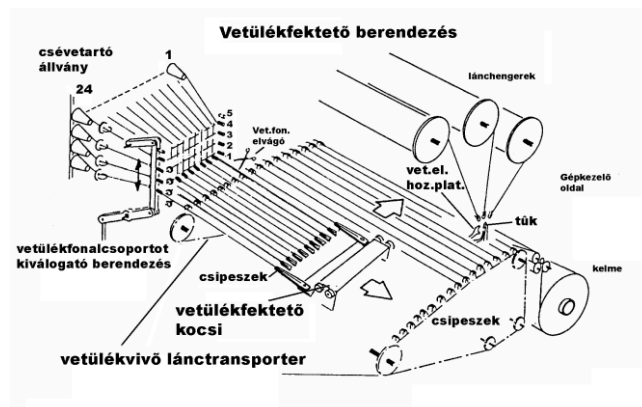
1. ábra

finomsága pedig 18 E. Láncurkoló-gép esetében a szemképző eszköz elrendezése a 2. ábrán látható, a vetülék-befektető berendezés elvi felépítését a 3. ábra mutatja

Horgastús láncurkológép vetülék befektető berendezéssel



2. ábra



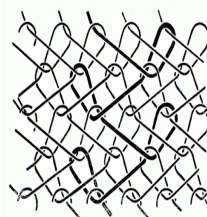
3. ábra

A kelmeszerkezet

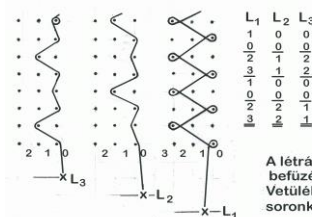
Az alap-kelmeszerkezet kétugrásos féltrikó (4. ábra), amely 80 dtex f 24 finomságú poliészterből készül. Ezt az alapkelmét lánc- és vetülékirányban befektetett fonalakkal erősítik meg. Az erősítő fonalak anyaga 840 dtex f 1000 finomságú para-aramid (Twaron CT), amelyeket láncirányban két létra fektet, vetülékirányban pedig a vetülékbefektető berendezés. A létrák fonalfektetési ábráit, valamint vezérlési utasításait az 5. ábra mutatja.

A kelmét alkotó fonalak és azok %-os összetétele a kelmében az I. táblázatban látható.

A gépről lekerülő kelmét fluorkarbonnal impregnálják, majd a kelme egyik oldalát poliuretánnal (telítetlen



4. ábra



5. ábra

L ₁	L ₂	L ₃
1	0	0
0	1	0
2	2	2
3	1	2
1	0	0
0	2	1
2	2	1
3	2	1

A létrák tele befűzésűek
Vetülékfektetés soronként

I. táblázat

Szemképző eszközök	Fonalak	g/m ²	%
Fonal fektető létrák	L1 dtex 80 f24 Vo Polyester 710	37,3	13,5
	L2 dtex 840 f1000 Aramid (Twaron CT 2040)		
	L3 dtex 840 f1000 Aramid (Twaron CT 2040)		
Vetülék fektető berendezés	dtex 840 f1000 Aramid (Twaron CT 2040)	60,7	22,0
	dtex 840 f1000 Aramid (Twaron CT 2040)		
	dtex 840 f1000 Aramid (Twaron CT 2040)		
		276,3	100,0

II.a. táblázat

Kelme: Szövött
Kelmeszerkezet: Vászón kötés
Vetülék- és láncfonalak anyaga: Twaron CT dtex 930 f 1000
Szövet sűrűségi adatok:
Láncfonalsűrűség: 13/cm
Vetülékfonalsűrűség: 12/cm
Kikészítés:
Mosás, centrifugálás (víztelenítés)
Fluorkarbonos kikészítés
Ballisztikai próbadarab adatai:
Próbadarab mérete: 400x355 mm
Kelmerétegszám: 28 db
Egy réteg területi tömege: 2,21 g/dm ²
Az összes réteg területi tömege: 61,88 g/dm ²

II.b. táblázat

A lövéspróba eredménye							
Nr.	Kaliber átmérő (mm)	Fegyver tip.	Távolság (m)	Lövésszög	Löveg sebesség (m/s)	Átlövés Igen Nem	Trauma méretei (mm)
1	9	P38	10	90°	406	X	t = 29 Ø = 70
2	9	P38	10	90°	409	X	t = 32 Ø = 60
3	9	P38	10	90°	409	X	t = 32 Ø = 70
4	9	P38	10	90°	407	X	t = 30 Ø = 60
5	9	P38	10	90°	404	X	t = 31 Ø = 60
6	9	P38	10	25°	411	X	t = 16 Ø = 60
7	9	P38	10	25°	407	X	t = 17 Ø = 60
8	9	P38	10	25°	409	X	t = 18 Ø = 50
9	9	P38	0	90°	—	X	t = 40 Ø = 60
10	9	P38	0	90°	—	X	t = 40 Ø = 70
11	9	P38	0	90°	—	X	t = 30 Ø = 70

poliésztergyantával) bevonják. Ezzel a kikészítési eljárással bőrszerű, hajlékony lapot, lényegében egy kompozitot állítanak elő.

Lövési próbák és eredményeik

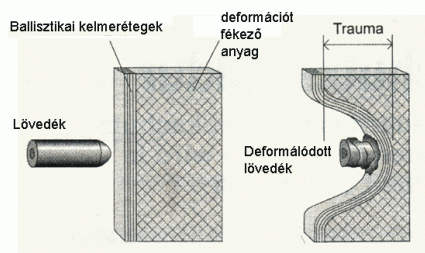
A golyóálló mellény kialakításánál az ún. belsőrésszel több kelmerétegből áll. A kelmerétegek számát a próbálások eredménye alapján határozzák meg.

A lövedék becsapódásakor lejátszódó folyamatot, a vizsgálati darab szerkezeti felépítését, valamint a lövedék becsapódásakor keletkező ún. „árok mélysége” (trauma) értelmezését a 6. ábra szemlélteti.

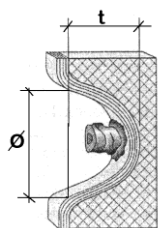
A lövéspróbákhoz a ballisztikai kelméből különböző rétegszámmal meghatározott méretű próbatesteket készítenek, majd adott távolságból különböző lövésszögek mellett lövéseket adnak le a próbadarabokra, ezután megvizsgálják azok károsodását.

A lövési tesztnek alávetett próbadarabnál megvizsgálják, hogy

- a lövedék áthatolt-e a kelmerétegeken,
- milyen méretű a próbadarabon keletkezett „trauma” mélysége (t) és
- átmérője (Φ) (7. ábra).



6. ábra



7. ábra

A 8. ábra egy fényképet mutat a ballisztikai kelme utolsó rétege által megállított lövedékről.

A szövött és lánc-hurkolt ballisztikai kelméken végrehajtott próbálások eredményéről a következő táblázatok adnak tájékoztatást (forrás: Kettenwirk Praxis, 2000. évi 4. szám).



8. ábra

A szövött kelméből készült próbadarab adatai a II.a. táblázatban, míg a lövéspróba eredményei a II.b. táblázatban láthatók.

Egy 12 E finomságú gépen készült lánchurkolt kelméből készült próbadarab adatai a III.a. táblázatban, míg a lövéspróba adatai a III.b. táblázatban láthatók.

A 18 E finomságú gépen készült ballisztikai kelme adatait a IV.a. táblázat, a lövéspróba eredményeit pedig a IV.b. táblázat szemlélteti.

A IV.b. táblázatból látható, hogy a 18 E finomságú lánchurkológépen készült kelme 18 rétegszámú ballisztikai kelmét a közvetlen közlőrl (0 m) leadott lövés átlukasztotta. A rétegszámot 20-ra emelve (V.a. és V.b. táblázat) a közvetlen közlőrl leadott lövés már „megakad” a ballisztikai próbadarabon.

III.a. táblázat

Kelme: Biaxiális befektetésű E12-es lánchurkológépi kelme
Kelmeszerkezet: Kétugrásos féltrikó lán- és vet.befekt.-el
Vetülék- és láncfonal: Twaron CT dtex 930 f 1000
Kötőfonal: Polyester dtex 80 f24
Láncfonalsűrűség: 9,5/cm
Sorsűrűség: 11/cm
Kikészítés:
Mosás, centrifugálás (víztelenítés)
Fluorkarbonos impregnálás egyoldalon PU bevonat
Ballisztikai próbadarab adatai:
Próbadarab mérete: 400x400mm
Kelmerétegszám: 25 db
Egy réteg területi tömege: 2,52 g/dm ²
Az összes réteg területi tömege: 63,88 g/dm ²

III.b táblázat

A lövéspróba eredménye

Nr.	Kaliber átmérő (mm)	Fegyver tip.	Távolság (m)	Lövés szög	Löveg sebes- ség (m/s)	Átlövés Igen Nem	Trauma méretei (mm)
1	9	P38	10	90°	407	X	t=30 Ø=60
2	9	P38	10	25°	406	X	t=20 Ø=70
3	9	P38	0	90°	—	X	t=36 Ø=90
4	9	P38	0	90°	—	X	t=37 Ø=90

IV.a. táblázat

Kelme: Biaxiális befektetésű E18-as lánchurkológépi kelme
Kelmeszerkezet: Kétugrásos féltrikó lánc- és vet.befekt.-el
Vetülék- és láncfonal: Twaron CT dtex 930 f 1000
Kötőfonal: Polyester dtex 80 f24-710
Láncfonalsűrűség: 14/cm
Sorsűrűség: : 14/cm
Kikészítés:
Mosás, centrifugálás (víztelenítés)
Fluorkarbonos impregnálás egyoldalon PU bevonat
Ballisztikai próbadarab adatai:
Próbadarab mérete: 400x400mm
Kelmerétegszám: 18 db
Egy réteg területi tömege: 2,92 g/dm ²
Az összes réteg területi tömege: 52,56 g/dm ²

IV.b. táblázat

A lövéspróba eredménye

Nr.	Kaliber átmérő (mm)	Fegyver tip.	Távolság (m)	Lövés szög	Löveg sebes- ség (m/s)	Átlövés Igen Nem	Trauma méretei (mm)
1	9	P38	10	90°	402	X	t=32 Ø=80
2	9	P38	10	90°	412	X	t=30 Ø=70
3	9	P38	10	25°	412	X	t=24 Ø=60
4	9	P38	10	25°	412	X	t=21 Ø=60
5	9	P38	0	90°	—	X	
6	9	P38	0	90°	—	X	

A szövött és a lánchurkolt (18 E) ballisztikai kelmék lövési eredményének összehasonlításából látható, hogy a lánchurkolt kelméből kevesebb réteg is elégséges

V.a. táblázat

Kelme: Biaxiális befektetésű E18-as lánchurkológépi kelme
Kelmeszerkezet: Kétugrásos féltrikó lánc- és vet.befekt.-el
Vetülék- és láncfonal: Twaron CT dtex 930 f 1000
Kötőfonal: Polyester dtex 80 f24-710
Láncfonalsűrűség: 14/cm
Sorsűrűség: : 14/cm
Kikészítés:
Mosás, centrifugálás (víztelenítés)
Fluorkarbonos impregnálás egyoldalon PU bevonat
Ballisztikai próbadarab adatai:
Próbadarab mérete: 400x400mm
Kelmerétegszám: 20db
Egy réteg területi tömege: 2,92 g/dm ²
Az összes réteg területi tömege: 58,4 g/dm ²

V.b. táblázat

A lövéspróba eredménye

Nr.	Kaliber átmérő (mm)	Fegyver tip.	Távolság (m)	Lövés szög	Löveg sebes- ség (m/s)	Átlövés Igen Nem	Trauma méretei (mm)
1	9	P38	0	90°	—	X	t=34 Ø=80

a szövött kelméhez közel azonos trauma értékek eléréséhez.

Igaz, hogy a kötött kelme egy rétegének tömege (2,92 g/dm²) nagyobb mint a szövött kelméé (2,21 g/dm²), de mivel – jelen esetben – a kötött kelméből 8 réteggel kevesebb szükséges, mint a szövöttből, így a kötött ballisztikai kelméből készült próbatest területi össztömege (58,4 g/dm²) kisebb, mint a szövötté (61,88 g/dm²). Ez a tény gazdaságossági szempontból mindenképp figyelemre méltó.

Az Óbudai Egyetem minőségbiztosító és technológiai szakcsoportjának keretén belül kísérletek folynak sikkötött ballisztikus kelmeszerkezet létrehozására is, amelynek eredményéről a későbbiekben adunk tájékoztatást.

Felhasznált irodalom

- Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok.
Magyar Textiltechnika különszáma, 1994
Kettenwirk Praxis, 2000. 1. szám
Struktur für schussichere Westen. Kettenwirk Praxis, 2000. 4. szám
Matthias Conzelmann, Thorsten Butz: Neuartige Ballistik-schutzstruktur. Das Herstellen und Prüfen einer neuartigen Ballistikschutzweste im Vergleich zu herkömmlichen Strukturen