

# STUDIU COMPARATIV ÎNTRE FIRELE TEHNICE SINTETICE ȘI NATURALE

Dr. ing. Savin Dorin IONESI, Dr. ing. Luminița CIOBANU, Dr. ing. Ionuț DULGHERIU,  
Drd. ing. Emil Constantin LOGHIN

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

**REZUMAT.** În funcție de originea lor, fibrele textile pot fi clasificate ca fibre naturale sau fibre sintetice. Fibrele de înaltă performanță sunt fibre sintetice ce sunt dezvoltate în vederea utilizării în cadrul aplicațiilor ce necesită valori ridicate ale anumitor proprietăți, cum ar fi: rezistența la tracțiune, rigiditate, rezistența la temperatură sau la acțiunea agenților chimici. Utilizarea fibrelor naturale în aplicații de inginerie este limitată de proprietățile mecanice ale acestora, în schimb greutatea specifică redusă a fibrelor naturale tehnice duce la o creștere a rezistenței la tracțiune și a rigidității specifice, atingând valori superioare celor înregistrate în cazul fibrelor sintetice. În vederea realizării acestei cercetări, au fost utilizate fire aramidice (Kevlar49-Inox și Twaron), respectiv fire naturale tehnice (In). Caracterizarea proprietăților fizico-mecanice ale acestora a fost obținută studiindu-se rezistența la tracțiune, rezistența în buclă și frecarea fir – corp solid.

**Cuvinte cheie:** fire tehnice, fire naturale, proprietăți mecanice.

**ABSTRACT.** According to their origin the textile fibres can be classified as natural or synthetic. The high performance fibres are synthetic fibres that are developed to be used in technical applications that require high values for certain properties, such as tensile strength, stiffness, high resistance to temperature and chemical agents. The use of natural fibres in engineering applications is limited by their mechanical properties but their low specific weight leads to an increase of their tensile strength and specific stiffness, reaching higher values than those reported for synthetic fibres. This research was carried out using technical aramid yarns (Kevlar49-Steel and Twaron) and technical natural yarns (Linen). Their mechanical properties are characterised by studying the tensile strength, loop resistance and yarn-solid friction.

**Keywords:** technical yarns, natural yarns, mechanical properties

## 1. INTRODUCERE

În funcție de originea lor, fibrele textile pot fi clasificate ca fibre naturale, când provin din natură în acea formă, sau fibre artificiale, când nu se regăsesc în acea formă în natură. Fibrele artificiale pot fi obținute din polimeri naturali prin filare sau din polimeri sintetici, rezultând fibre sintetice. Fibrele de înaltă performanță sunt fibre sintetice ce sunt dezvoltate în vederea utilizării în cadrul aplicațiilor ce necesită valori ridicate ale anumitor parametri, cum ar fi: rezistența la tracțiune, rigiditate, rezistența la temperatură sau la acțiunea agenților chimici. Aceste fibre prezintă, în general, valori ale tenacității și modulului superioare fibrelor standard. Totodată au mai fost dezvoltate fibre nepolimerice, cum ar fi cele metalice [1].

Fibrele naturale tradiționale, cum ar fi bumbacul, lâna sau mătasea sau tenacitatea cuprinsă în intervalul 0,1-0,4 N/tex și modulul inițial variind în intervalul 2-5 N/tex. Fibrele naturale tehnice de in, cânepă, iută și ramie au o rezistență și o rigiditate superioară acestora. Dintre fibrele tradiționale, cu excepția mătăsii, care a fost folosită în aplicații cu rol de protecție și la fabricarea parașutelor, toate celelalte sunt compuse din fibre scurte fiind împiedicată astfel

translarea eficientă a proprietăților acestora către fire și ranforse.

Utilizarea fibrelor naturale în aplicații de inginerie este limitată de proprietățile mecanice ale acestora, în schimb greutatea specifică redusă a fibrelor naturale tehnice duce la o creștere a rezistenței la tracțiune și a rigidității specifice, atingând valori superioare celor înregistrate în cazul fibrelor sintetice. Avantajul utilizării fibrelor de in ca substituent sau împreună cu cele de sintetice este dat de masa scăzută, raportul preț/calitate superior, modul de obținere mult mai facil [2].

Fibrele artificiale provenite din polimeri naturali, viscoză și acetat, care sunt primele fibre provenite din celuloză regenerată, prezintă tenacități sub 0,2 N/tex. Nevoia de îmbunătățire a rezistenței la rupere a acestora a dus la dezvoltarea fibrelor cu filament continuu tip Tenasco, cu o tenacitate de 0,4 N/tex, ce sunt utilizate la ranforsarea anvelopelor. În urma dezvoltărilor ulterioare s-au obținut valori apropiate de 0,6 N/tex și o valoare a alungirii în jur de 13%. În paralel cu dezvoltarea fibrelor Tenasco s-au obținut fibre cu o rigiditate mai mare, cum sunt fibrele tip Fortisan, ce prezintă o tenacitate de 0,6 N/Tex și o valoare a modulului lui Young de 16 N/Tex [3].

În anii '60 au fost înregistrate progrese semnificative de către cercetătorii americani ai companiei

DuPont. Aceștia au reușit filarea fibrelor para-aramidice din soluții lichid-cristal. Acestea sunt fibre de modul și rezistență înalte, fiind caracterizate de o deosebită stabilitate dimensională la temperaturi ridicate. Pe lângă marca firmei DuPont, mai pot fi menționate și fibrele para-aramidice Twaron (Enka), Technora și HM-50 (Teijin). Proprietățile mecanice superioare fac din fibrele para-aramidice o materie primă ideală pentru sistemele de ranforsare a materialelor compozite [2].

## 2. DETERMINAREA PROPRIETĂȚILOR FIZICO-MECANICE

În vederea realizării acestei cercetări, au fost utilizate fire aramidice (Kevlar49-Inox și Twaron), respectiv fire naturale tehnice (In). Caracterizarea proprietăților fizico-mecanice ale acestora a fost obținută studiindu-se rezistența la tracțiune, rezistența în buclă și frecarea fir - corp solid. Principalele valori ale proprietăților firelor studiate sunt prezentate în tabelul 3.

Testele au fost realizate respectând cerințele standardelor ISO 2062 în cazul testelor referitoare la solicitările de tracțiune, respectiv ASTM D3108 în cazul testelor referitoare la solicitarea de frecare. În vederea realizării fiecărui test au fost prelevate cate zece eșantioane de fir. Testele au fost efectuate în condiții standard de laborator, respectiv temperatura

de 22 °C și umiditatea 65% iar mostrele au fost condiționate timp de 24h, având în vedere specificațiile standardului ISO 139.

Testele au fost efectuate pe o mașină de încercat Housenfield H10 KS. Mașina de testare este dotată cu sistem de comandă electronic, sistem de fixare a firelor controlat pneumatic și cameră de temperatură. Distanța dintre cleme, conform specificațiilor standardelor, este de 250 mm iar viteza de testare de 250 mm/min. Pretensionarea impusă a fost de 0,18 N în cazul firelor de Kevlar-Inox, 0,25 N în cazul firelor de In și 0,85 N în cazul firelor de Twaron. Datele experimentale obținute, prezentate în tabelul 1, au fost prelucrate avându-se în vedere specificațiile standardului ISO2062, calculându-se tenacitatea, modulul lui Young și alungirea firelor studiate.

Datorită faptului că firele sunt supuse în timpul procesului de tricotare la solicitări de încovoiere este necesară determinarea rezistenței în buclă a acestora. Determinarea rezistenței în buclă a fost realizată folosind două bucăți de fir de lungime egală, dispuse în bucle care se întrepătrund astfel încât fiecare fir să aibă ambele capete capetele fixate în același dispozitiv de prindere.

Datele experimentale obținute, prezentate în tabelul 2, au fost prelucrate avându-se în vedere specificațiile standardului ISO2062, calculându-se tenacitatea, modulul lui Young și alungirea firelor studiate.

Tabelul 1. Valori caracteristice pentru rezistența la întindere la temperatura ambientală

Fir		Forța de rupere [N]	Tenacitate [N/tex]	Modulul lui Young [N/tex]	Alungire relativă [%]
In 50 tex	Medie	<b>9.16</b>	<b>0.183</b>	<b>1.941</b>	<b>23.62</b>
	Minim	7.22	0.144	1.076	17.88
	Maxim	10.73	0.214	3.487	28.59
	C <sub>v</sub>	11.15	11.15	38.93	11.29
Kevlar-inox 36 tex	Medie	<b>11.67</b>	<b>0.324</b>	<b>1.693</b>	<b>5.77</b>
	Minim	9.77	0.271	1.299	5.2
	Maxim	13.2	0.366	2.302	6.4
	C <sub>v</sub>	8.61	8.61	18.13	7.16
Twaron 168 tex	Medie	<b>293.6</b>	<b>1.747</b>	<b>46.48</b>	<b>3.6</b>
	Minim	260.8	1.552	44.82	3.208
	Maxim	316	1.881	48.47	3.912
	C <sub>v</sub>	5.84	5.84	2.68	5.6

Tabelul 2. Valori caracteristice pentru rezistența în buclă la temperatura ambientală

Fir		Forța de rupere [N]	Tenacitate [N/tex]	Modulul lui Young [N/tex]	Alungire relativă [%]
In 50 tex	Medie	<b>18.19</b>	<b>0.363</b>	<b>4.721</b>	<b>29.92</b>
	Minim	16.18	0.323	3.692	18.32
	Maxim	20.08	0.401	5.59	24.87
	C <sub>v</sub>	7.05	7.05	14.93	10.55
Kevlar-inox 36 tex	Medie	<b>12.51</b>	<b>0.347</b>	<b>4.144</b>	<b>4.89</b>
	Minim	9.72	0.27	3.39	4.36
	Maxim	14.36	0.407	4.909	5.64
	C <sub>v</sub>	12.5	12.5	15.8	9.48
Twaron 168 tex	Medie	<b>353.1</b>	<b>2.102</b>	<b>84</b>	<b>2.506</b>
	Minim	342	2.036	79.6	2.34
	Maxim	369.6	2.2	87.8	2.61
	C <sub>v</sub>	4.06	4.06	2.911	3.189

## STUDIU COMPARATIV ÎNTRE FIRELE TEHNICE SINTETICE ȘI NATURALE

În timpul proceselor de prelucrare firele sunt supuse frecării fie de diferite organe de conducere sau de formare a ochiurilor fie între ele în punctele de legare. Mărima forțelor de frecare este influențată de natura firelor, structura firului, tipul și materia prima din care sunt confecționate organele de conducere și de formare a ochiurilor. În vederea testării frecării fir – corp ceramic a fost folosită o mașina de încercat tip „Shirley Winding Drum”, fiind efectuat un număr de 10 citiri pentru fiecare fir analizat, conform standardului ASTM 3412. Valorile medii obținute și valorile coeficienților de frecare sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Valorile coeficienților de frecare

Fir		Densitate [tex]	Coefficient de frecare [ $\mu_d$ ]
In	Medie	50	<b>0,235</b>
	Minim		0,22
	Maxim		0,25
Kevlar - Inox	Medie	36	<b>0,215</b>
	Minim		0,19
	Maxim		0,24
Twaron	Medie	168	<b>0,33</b>
	Minim		0,3
	Maxim		0,36

### 3. CARACTERIZAREA PROPRIETĂȚILOR FIZICO-MECANICE

În figura 1 sunt prezentate comparativ curbele forță - deformație pentru firele din In, din Kevlar-inox și din Twaron solificate la întindere în condiții

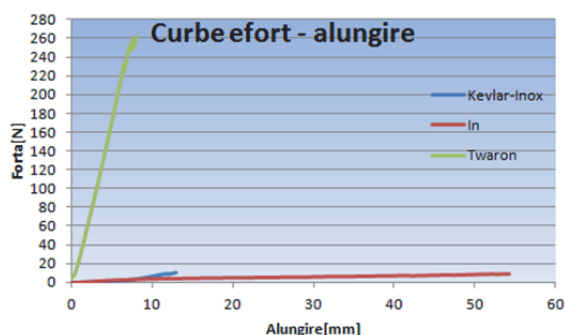


Fig. 1. Curbele efort alungire in fir drept.

### 4. CONCLUZII

Analiza valorilor rezistenței la tracțiune și a curbelor efort alungire a firelor relevă următoarele aspecte:

- În urma analizei comparative a curbele efort – deformație pentru firele din In, din Kevlar-inox și din Twaron solificate la întindere în condiții standard, se observă că firul din Twaron are un modul de elasticitate foarte mare de aproximativ 23 de ori mai

standard, din care se observă că firul din Twaron are un modul de elasticitate foarte mare de aproximativ 23 de ori mai mare decât modulele de elasticitate pentru firele din in și Kevlar-inox. Totodată se remarcă faptul ca alungirea la rupere a firului Twaron este foarte mica raportata la valori foarte mari ale forței de rupere.

Modulul de elasticitate al firului din Twaron de 46,48 N/tex rezultă dintr-o forță foarte mare corespunzătoare unei alungiri foarte mici, în timp ce pentru firul din in modulul de elasticitate de 1,941 N/tex rezultă dintr-o valoare mică a forței și o valoare mai mare a alungirii, iar firul Kevlar-inox prezintă cel mai mic modul de elasticitate dintre firele analizate (modul de 1,693 N/tex), datorită valorii foarte mici a alungirii.

În figura 2 sunt prezentate comparativ curbele forță – deformație pentru firele din in, din Kevlar-inox și din Twaron solificate în buclă în condiții standard, din care se observă că firul din Twaron are un modul de elasticitate foarte mare de aproximativ 20 de ori mai mare decât modulele de elasticitate pentru firele din Kevlar-inox și de aproximativ 17 ori mai mare decât al firelor din in.

Modulul de elasticitate al firului din Twaron de 84 N/tex rezultă dintr-o forță la rupere foarte mare corespunzătoare unei alungiri foarte mici, în timp ce pentru firul din in modulul de elasticitate de 4,721 N/tex rezultă dintr-o valoare mică a forței la rupere și o valoare mai mare a alungirii, iar firul din Kevlar-inox prezintă cel mai mic modul de elasticitate dintre firele analizate (modul de 4,144 N/tex), datorită valorii foarte mici a alungirii.

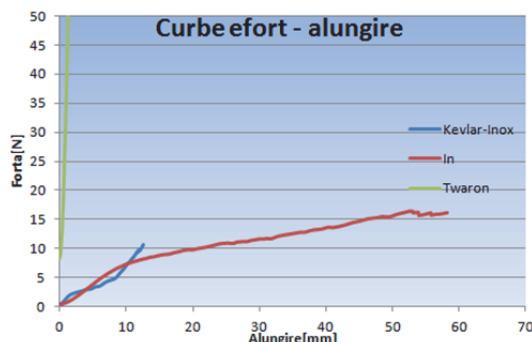


Fig. 2. Curbele efort alungire in buclă.

mare decât modulele de elasticitate pentru firele din in și Kevlar-inox. Totodată se remarcă faptul că alungirea la rupere a firului Twaron este foarte mică raportata la valori foarte mari ale forței de rupere.

- Valoarea modulului de elasticitate al firului din Twaron este foarte ridicată (46,48 N/tex) rezultând dintr-o forță de rupere foarte mare (293 N) corespunzătoare unei alungiri foarte mici (3.6%), în timp ce pentru firul din in valoarea modulului de elasticitate este relativ scăzută (1,941 N/tex) rezultând

dintr-o valoare mică a forței de rupere (9,16N) și o valoare mai mare a alungirii (23,62%), iar firul Kevlar-inox prezintă cel mai mic modul de elasticitate dintre firele analizate (modul de 1,693 N/tex), datorită valorii foarte mici a alungirii (5,77%).

▪ Din analiza comparativă a curbelor efort – deformație la solicitarea în buclă pentru firul din in se observă modificarea care apare în zona de elasticitate, rezultând în cazul condițiilor standard deformații mai mari pentru aceleași forțe.

▪ Din analiza comparativă a curbelor efort – deformație la solicitarea în buclă pentru firul din Kevlar-inox se constată că nu apar deformații importante în zona de elasticitate, în schimb sunt prezente deformații importante în zona de rupere.

▪ Modulul de elasticitate al firului din Twaron de 84 N/tex rezultă dintr-o forță de rupere foarte mare și a alungirii scăzute, în timp ce pentru firul din in modulul de elasticitate de 4,721 N/tex rezultă dintr-o valoare mică a forței de rupere și o valoare mai mare a alungirii, iar firul din Kevlar-inox prezintă cel mai mic modul de elasticitate dintre firele analizate

(modul de 4,144 N/tex), datorită valorii foarte mici a alungirii.

Din analiza valorilor obținute pentru coeficienții de frecare s-a constatat că firele din Twaron au cele mai ridicate valori, aspect datorat fineții firului, respectiv numărului de fibre din secțiunea transversală a acestuia, iar firele Kevlar-Inox au cele mai mici valori ale coeficientului de frecare datorită coeficientului ridicat de alunecare al inoxului.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Sapuan, S.M. et all (2011). *Prototype expert system for material selection of polymeric composite automotive dashboard*, International Journal of the Physical Sciences, Vol. 6, pp. 5988-5995, 2011, ISBN 1992-1950.
- [2] Araujo, M. (2011). *Natural and manmade fibers: Physical and mechanical properties*, in „Fibrous and composite materials for civil engineering applications”, editori Figueiro, R., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, 2011, ISBN 978 84569 558 3.
- [3] Blascu, V. (2007). *Fibre Textile*, Ed Performantica, București, 2007, ISBN 978 973 730 346 2.

## Despre autori

Dr. ing. **Savin Dorin IONESI**

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

A absolvit Facultatea de Textile, Pielărie și Management Industrial în 2009, specializarea Tricotaje Confecții. Din 2012 este cadru didactic la Facultatea de Textile, Pielărie și Management Industrial specializându-se în materiale compozite, tricouri și textile tehnice. În anul 2012 și-a susținut teza de doctorat în domeniul materialelor compozite.  
E-mail: dionesi@tex.tuiasi.ro

Dr. ing. **Luminița CIOBANU**

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

A absolvit Facultatea de Textile Pielărie în 1989, specializarea Tricotaje Confecții. Din 1991 este cadru didactic la Facultatea de Textile, Pielărie și Management Industrial, specializându-se în tricouri și textile tehnice. În 2003 și-a susținut teza de doctorat în domeniul tricourilor tehnice.

Dr. ing. **Ionut DULGHERIU**

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

A absolvit Facultatea de Textile, Pielărie și Management Industrial în 2008, specializarea Tricotaje Confecții. Din 2011 este cadru didactic la Facultatea de Textile, Pielărie și Management Industrial. În anul 2011 și-a susținut teza de doctorat în domeniul protecției balistice.

Drd. ing. **Emil Constantin LOGHIN**

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

A absolvit Facultatea de Textile, Pielărie și Management Industrial în 2013, specializarea Inginerie și Management. Din 2014 este doctorand în cadrul Facultății de Textile, Pielărie și Management Industrial, domeniul Inginerie Industrială, specializându-se în studiul materialelor textile funcționale, dezvoltarea de noi materiale avansate și studiul proprietăților specifice ale acestora.