

# **CERCETĂRI PRIVIND DURABILITATEA ÎNLOCUITORILOR DE PIELE**

Teză destinată obținerii  
titlului științific de doctor inginer  
la  
Universitatea Politehnica Timișoara  
în domeniul INGINERIE MECANICĂ  
de către

**Ing. BIANCA-CRISTINA LENGYEL**

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Nicolae Faur  
Referenți științifici: prof.univ.dr.ing. Anton Hadăr  
prof.univ.dr.ing. Liviu Marșavina  
prof.univ.dr.ing. Mircea Cristian Dudescu

Ziua susținerii tezei: 17.03.2017

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Automatică                               | 10. Știința Calculatoarelor                |
| 2. Chimie                                   | 11. Știința și Ingineria Materialelor      |
| 3. Energetică                               | 12. Ingineria sistemelor                   |
| 4. Ingineria Chimică                        | 13. Inginerie energetică                   |
| 5. Inginerie Civilă                         | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 6. Inginerie Electrică                      | 15. Ingineria materialelor                 |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 16. Inginerie și Management                |
| 8. Inginerie Industrială                    | 17. Arhitectură                            |
| 9. Inginerie Mecanică                       | 18. Inginerie civilă și instalații         |

Universitatea Politehnica Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul Școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2017

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,  
Tel./fax 0256 403823  
e-mail: editura@edipol.upt.ro

## Cuvânt înainte

Teza de doctorat cu titlul „Cercetări privind durabilitatea înlocuitorilor de piele” a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Departamentului de Mecanică și Rezistența materialelor al Universității Politehnica Timișoara.

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat Prof. Univ.dr.ing. Nicolae Faur, pentru sfaturile prețioase și sprijinul oferit cu profesionalism în toate problemele apărute pe parcursul cercetării și redactării acestei lucrări.

Sunt recunoscătoare conducerii și membrilor Departamentului de Mecanică și Rezistența Materialelor, în frunte cu Domnul Ș.I.dr.ing. Mihai Hlușcu, pentru asigurarea condițiilor optime de lucru și pentru sprijinul profesional permanent de care au dat dovadă.

Adresez mulțumiri și Domnului Prof.Univ.dr. ing. Ion Dumitru, care m-a sprijinit în timpul cercetării problemelor de oboseală ale materialelor textile din înlocuitori de piele.

Mulțumiri și Domnului Ș.I.dr.ing Anghel Cernescu pentru îndrumarea și sprijinul acordat în alegerea direcției de cercetare și realizarea testelor în cadrul Departamentului de Mecanică și Rezistența materialelor din UPT.

De asemenea, aș dori să mulțumesc tuturor celor care mi-au fost alături, m-au susținut și m-au ajutat în tot acest răstimp.

Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc familiei, părinților, fraților, dragului meu soț dar și celor doi copii, pentru dragostea, răbdarea și sprijinul acordat, ori de câte ori a fost nevoie.

Timișoara, martie 2017

Ing. Bianca-Cristina Lengyel

Teza de doctorat a fost elaborată cu sprijinul parțial din programul strategic: POSDRU/159/1.5/S/134378 (2014) cofinanțat din Fondul Social European "Investește în oameni", în cadrul Programului Operațional Sectorial de Dezvoltare al Resurselor Umane 2007-2013, Axa prioritară 1 „Educație și formare profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”.

Lengyel, Bianca-Cristina

**Cercetări privind durabilitatea înlocuitorilor de piele**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 9, Nr. 175, Editura Politehnica, 2017, 154 pagini, 121 figuri, 18 tabele

ISSN:1842-4937

ISBN:978-606-35-0145-6

Cuvinte cheie: durabilitate, degradare (UV), solicitări variabile, proprietăți mecanice și elastice.

Rezumat,

Lucrarea abordează o temă de cercetare interdisciplinară la confluența dintre ingineria mecanică și ingineria materialelor textile. Cercetările au avut ca scop studierea degradării materialelor înlocuitori de piele cu matrice din PVC și PU cu suport din material tricotat de tip glat, sub influența factorilor de mediu: temperatură, radiații UV, umiditate. S-au conceput numeroase dispozitive care simulează suportul cotierelor utilizate în realizarea canapelelor și fotoliilor cu tapițerii care utilizează înlocuitori de piele, în scopul reproducerii fenomenului de oboseală la tapițerii, nu înainte de a determina proprietățile mecanice și elastice ale materialului înlocuitor de piele și efectul radiațiilor UV asupra acestora și proprietăți. Pe baza testelor de oboseală s-a determinat în premieră curba de durabilitate la oboseală a înlocuitorului de piele supus în prealabil la o degradare cu radiații UV. S-a pus în evidență influența determinantă a radiațiilor UV în degradarea prematură a tapițeriilor din înlocuitori de piele.

# CUPRINS

<b>LISTA DE FIGURI.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELE .....</b>	<b>12</b>
<b>1. IMPORTANȚA ȘI ACTUALITATEA TEMEI DE CERCETARE .....</b>	<b>13</b>
<b>2. CERCETĂRI PRIVIND STADIUL ACTUAL AL DURABILITĂȚII MATERIALELOR DIN ÎNLOCUITORI DE PIELE.....</b>	<b>16</b>
2.1. Caracterizarea generală pieilor și a înlocuitorilor de piele, prezentarea generală a tapițeriilor.....	16
2.1.1. Considerații generale privind înlocuitorii de piele.....	16
2.1.2. Prezentarea generală a materialelor pentru tapițerii .....	20
2.2. Prezentarea generală a materialelor compozite textile.....	23
2.2.1. Clasificarea materialelor composite înlocuitori de piele .....	25
2.3. Materialele constituente din structura compozitelor.....	29
2.3.1. Structura materialelor compozite-polimeri naturali-polimeri sintetici .....	32
2.4. Aspecte privind utilizarea înlocuitorilor din piele utilizați pentru tapițerii .....	35
2.4.1. Degradarea sau „îmbătrânirea” materialelor polimerice.....	37
2.4.2. Metode de studiere a degradabilității materialelor polimerice.....	39
2.4.3. Considerații generale privind obținerea polimerilor policlor-vinilici (PVC) .....	42
2.4.4. Considerații generale privind obținerea polimerilor poliuretanic (PU) flexibili .....	43
2.5. Considerații generale privind suportul din tricot ale materialelor compozite textile.....	44
2.5.1. Elemente generale ale tricotelor. Clasificarea tricotelor.....	44
2.5.2. Proprietăți generale ale tricotelor.....	47
2.5.3. Proprietăți fizico-mecanice .....	50
<b>3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND PROPRIETĂȚILE MECANICE ȘI ELASTICE ALE ÎNLOCUITORILOR DE PIELE .....</b>	<b>54</b>
3.1. Considerații generale privind utilizarea înlocuitorilor de piele.....	54
3.1.a. Cercetări experimentale privind proprietățile mecanice ale pielii sintetice din PU .....	55
3.1.b. Studiul influenței temperaturii asupra proprietăților mecanice ale pielii sintetice pentru tapițerii.....	67
3.2. Cercetări micromecanice privind modulul de elasticitate al pielii sintetice din PVC.....	70
3.3. Cercetări analitice și experimentale privind proprietățile elastice ale tricotelui glat a materialelor sintetice utilizate la tapițerii.....	80
3.4. Cercetări analitice privind deformarea tricotelui glat din materialul sintetic utilizat la tapițerii.....	86
3.5. Studiul analitic al rezistenței la plesnire a tricotelui glat pentru materialele sintetice folosite în industria mobilei.....	94
<b>4. CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA RADIAȚIILOR ASUPRA DURABILITĂȚII ÎNLOCUITORILOR DE PIELE.....</b>	<b>99</b>
4.1. Considerații generale .....	99

## 6 Cuprins

---

4.2. Considerații privind natura radiațiilor .....	99
4.3. Aparate și dispozitive pe bază de radiații utilizate în sectoarele de producție a înlocuitorilor de piele .....	101
4.4. Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialelor înlocuitori de piele din PVC .....	102
4.5. Cercetări experimentale de oboseală a înlocuitorilor de piele utilizați în tapițerii .....	113
4.5.1. Particularități ale oboselii materialelor .....	113
4.5.2. Factorii care influențează rezistența la oboseală a înlocuitorilor de piele .....	114
4.5.3. Calculul duratei de viață sau calculul la durabilitate limitată .....	115
4.6. Teste de oboseală a materialului compozit cu matrice din PVC și suport din material tricot glat folosit la tapițerii .....	115
4.6.1. Teste de oboseală cu suport din spumă poliuretanică .....	115
4.6.2. Teste de oboseală cu suport cu spumă poliuretanică și arcuri elicoidale .....	122
4.7. Studiul influenței radiațiilor UV asupra durabilității înlocuitorilor de piele cu matrice din PVC .....	126
4.7.1. Determinarea caracteristicilor elastice și mecanice pentru materialul expus timp de 550 ore la degradarea cu radiații UV, cu nivel moderat al intensității radiațiilor .....	126
4.7.2. Determinarea caracteristicilor elastice și mecanice pentru materialul UV timp de 1700 ore, cu nivel moderat al intensității radiațiilor .....	129
4.7.3. Determinarea caracteristicilor elastice și mecanice pentru materialul expus timp de 14 ore la degradarea cu nivel ridicat al intensității cu radiații UV (degradare accelerată) .....	132
4.7.4. Determinarea curbei la oboseală pentru materialul expus timp de 14 ore la degradarea cu radiații UV, cu nivel ridicat al intensității radiațiilor (degradare accentuată) .....	137
<b>5. CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE .....</b>	<b>144</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>147</b>

## LISTA DE FIGURI

Fig. 1.1. Imagini cu produse care utilizează materiale din înlocuitori de piele: a) fotolii, b) canapele; c) scaune de mobilier casnic; d) huse pentru scaune auto [www.canapele.ro].....	14
Fig. 1.2. Imagine cu defecte premature apărute la o tapițerie cu înlocuitor de piele....	15
Fig. 2.1. Materiale din piele ecologică: a) Coventry , b) <u>Capro</u> , c) Inka, d) Punto, e) Stoc, f) Troya, g) Baron, h) Capranova ,i)_Fluter, j) Yildiz, k) Zebra Roma, l) Sarmasik [www.piele-ecologică.ro] .....	22
Fig. 2.2. Evoluția materialelor compozite .....	24
Fig. 2.3. Compozit ranforsat cu fibre [Murariu, C., 2008] .....	25
Fig. 2.4. Secțiunea transversală a unui material compozit ranforsat cu fibre de sticlă [Murariu, C., 2008] .....	26
Fig. 2.5. Reprezentarea schematică a materialului ranforsat cu fibre scurte [Murariu, C., 2008].....	26
Fig. 2.6. Material compozit ranforsat cu particule sferice [Murariu, C., 2008].....	26
Fig. 2.7. Structură compozită cu orientarea a trei structuri ranforsate interpenetrate [Murariu, C.,2008] .....	27
Fig. 2.8. Material compozit cu o bună absorbție a șocului utilizat pentru tălpile încălțămintei sportive de performanță [Murariu, C., 2008] .....	28
Fig. 2.9. Material compozit laminat alcătuit din înveliș exterior și miez [Murariu, C., 2008].....	28
Fig. 2.10. Graficul tensiune-deformație specifică pentru fibre: a,b fibra de carbon; c-fibra de kevlar; d-fibra de S-glass, e-E-glass [Murariu, C., 2008] .....	30
Fig. 2.11. Material țesut din fibre de carbon [Pilakoutas, K., 1999].....	31
Fig. 2.12. Reprezentarea schematică a matricelor polimerice: a-Catene macromoleculare liniare libere; b- Catene macromoleculare ramificate [Murariu, C., 2008] .....	32
Fig. 2.13. Fibre reprezentative care participă la structura materialului compozit [Murariu, C., 2008] .....	32
Fig. 2.14. Modele de structuri ale materialului compozit propuse de Voigt si Reuss [Murariu, C., 2008] .....	33
Fig. 2.15. Reprezentarea schematică privind tendințele de îmbunătățire ale materialelor compozite.....	34
Fig. 2.16. Imagini cu zone degradate de tapițerii: a) imagine degradare pliu cotieră fotoliu, b) vedere de ansamblu cu cotiera degradată, c) imagine mărită pliu degradat.....	36
Fig. 2.17. Mecanismul de degradare foto-oxidativă a polimerilor [Roșu, D.,2011].	38
Fig. 2.18. Reprezentarea sistemului CIEL*a*b*[Roșu, D.,2011].....	40
Fig. 2.19. Schema de principiu a unui aparat destinat măsurării luciului unei suprafețe [Roșu, D., 2011].....	42
Fig. 2.20. Tricoturi: a-Tricot din bătătură (simplu); b-Tricot din urzeală [Comandar, C.,1996].....	45
Fig. 2.21. Structura realizării unui material textil din tricot [Comandar, C.,1996] .	45
Fig. 3.1. Schema modului de eșantionare a epruvetelor: a) Marcarea unghiurilor de decupare în raport cu șirul de ochiuri a tricotului; b) Modul de decupare a epruvetelor după criteriile indicate .....	56
Fig. 3.2: Desen cu dimensiunile epurvei testată din material conform ASTM D 4000-00 pentru înlocuitori de piele [Lengyel, B., 2014] .....	56

Fig. 3.3. Imagini cu epruvete de material cu PU înainte de testare: a) la 0°; b) la 30°; c) la 60°; d) la 90°.....	57
Fig. 3.4. Parametrii de structură ai materialului tricotat glat .....	58
Fig. 3.5. Materialul din PU testat pentru tapițarea mobilei: a) fața materialului; b) spatele materialului; c) secțiune în material [Lengyel, B., 2014] .....	58
Fig. 3.6. Echipamentul de testare pentru analiza experimentală a materialului din înlocuitor de piele din laborator Zwick Roell de 5 [kN] .....	59
Fig. 3.7. Sistemul video de înregistrare Samsung SIR-4160, Amax DVR H264 .....	60
Fig. 3.8. Imagini preluate din timpul probei de tracțiune cu softul Sigma Scan: a) Momentul de prindere a mostrei la aparat; b) Imagine din timpul operației de tracțiune; c) Imagine din momentul ruperii mostrei de material.....	61
Fig. 3.9. Imagini cu secțiunile de rupere pentru epruvetele de material cu PU după testarea la tracțiune .....	62
Fig. 3.10. Curbele forță-deplasare ale epruvetelor decupate la 0°; 30°; 60°; 90°.....	62
Fig. 3.11. Curbele tensiune-deformație specifică pentru epruvetele de material din PU decupate după cele patru direcții (0°, 30°, 60° și 90°).....	63
Fig. 3.12. Variația rezistenței maxime la tracțiune în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B.,2014] .....	64
Fig. 3.13. Variația alungirii la curgere în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B., 2014] .....	64
Fig. 3.14. Variația procentuală a alungirii la rupere în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B., 2014] .....	65
Fig. 3.15. Variația procentuală a alungirii la curgere în funcție de direcția rândului de tricotare .....	65
Fig. 3.16. Variația modulului de elasticitate în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B., 2014] .....	65
Fig. 3.17. Variația coeficientului lui Poisson în funcție de direcția rândului de tricotare ..	66
Fig. 3.18. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PVC extras pe direcția rândului tricotului suport .....	67
Fig. 3.19. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PVC extras pe direcția șirului tricotului suport.....	68
Fig. 3.20. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PU extras pe direcția șirului tricotului suport .....	68
Fig. 3.21. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PU extras pe direcția rândului tricotului suport.....	69
Fig. 3.22. Imagini ale materialului sintetic „Capranova Ciftip” : a) Detaliu față material cu PVC; b) Detaliu spate material; c) Vedere în secțiune a materialului [Lengyel, B., 2015] .....	71
Fig. 3.23. Suportul tricotat al pieii artificiale: a) structura tricotată b) celula unui ochi de tricot (C [ochi/cm]-lățimea ochiului pe direcția de tricotare a rândului; W [ochi/cm]-înălțimea ochiului pe direcția șirului de ochiuri) [Lengyel, B., 2015] ....	72
Fig. 3.24. Structura tricotată testată în direcția șirului de ochiuri .....	73
Fig. 3.25. Matricea polimerică din PVC în timpul testării .....	73
Fig. 3.26. Epruvete din material textil compozit cu PVC: a) înainte de testare; b) după procesul de testare la tracțiune.....	74
Fig. 3.27. Porțiunea RVE (Reprezentant Element Volum ) a unei structuri tricotate glat [ Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000] .....	75
Fig. 3.28. Curbele forță-deplasare a tricotului glat și ale firului tricotat [Lengyel, B., 2015] .....	76
Fig. 3.29. Curbele de tensiune-deformație specifică a materialelor [Lengyel, B., 2015] ..	77



Fig. 3.30. Planul RVE (Reprezentant Element Volum) pentru determinarea coeficientul Krenchel [Lengyel, B., 2015] .....	78
Fig. 3.31. Diagrama schematică a unității de celulă din tricotel simplu de bătătură glat [Lengyel, B., 2015].....	79
Fig. 3.32. Reprezentarea structurală a unui tricotel simplu glat cu parametrii de structură [Comandar, C., 1998].....	81
Fig. 3.33. Reprezentarea structurală a tricotelului simplu glat pentru proba 1 cu PU [Lengyel, B., 2015].....	82
Fig. 3.34. Reprezentarea structurală a tricotelului simplu glat pentru proba 2 cu PVC (cu un fir suplimentar în raport de 1: 3) [Lengyel, B., 2015] .....	83
Fig. 3.35. Reprezentarea unei celule de tricotel cu parametrii geometrice [Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000].....	83
Fig. 3.36. a) Reprezentarea schematică a celulei unite în planul RVE, cu două fire tricotate, pentru materialul cu PU, b) RVE de țesătură netedă tricotelată cu 3 fire (proba 2 cu PVC) [Lengyel, B., 2015] .....	85
Fig. 3.37. Imagini cu eșantioanele de tricotel supuse testării: a) imagine cu cele două eșantioane din tricotel de PU și PVC; b) Imagine din timpul testelor; c) Imagine din timpul testelor surprinzând momentul ruperii eșantionului .....	88
Fig. 3.38. Cubele de tensiune-deformație specifică a materialelor din tricotel: a) tricotel cu matrice din (PU); b) tricotel cu matrice din (PVC).....	89
Fig. 3.39. Calculul alungirii în lungime [Comandar, C., 1996] .....	91
Fig. 3.40. Calculul alungirii în lățime [Comandar, C., 1996].....	91
Fig. 3.41. Calculul alungirii generale [Comandar, C., 1996].....	92
Fig. 3.42. Modelul Vekassy [Lengyel, B., 2015] .....	95
Fig. 4.1. Spectrul radiațiilor electromagnetice [Dăneț, A. F., 2010] .....	101
Fig. 4.2. Imagine din timpul degradării cu radiații UV cu nivel scăzut a materialului înlocuitor de piele cu matrice din PVC .....	103
Fig. 4.3. Material compozit cu matrice din PVC utilizat la testare :a) material pregătit pentru testare cu cele 4 zone importante, b) materialul din PVC după degradarea cu ultraviolete .....	103
Fig. 4.4. Imagine Radiometru UVR 365 [SREM Technologie].....	104
Fig. 4.5. Variația puterii de emisie a lămpii cu UV în funcție de distanța față de aparatul de măsurat Radiometru UVR 365 .....	105
Fig. 4.6. Variația temperaturii materialului expus la radiații UV în funcție de distanța față de sursa de radiații .....	106
Fig. 4.7. Instalația de simulare a îmbătrânirii prin expunere cu radiații UV cu măsurarea influenței termice utilizând sistemul Thermovision A 40 .....	107
Fig. 4.8. Imagine cu temperatura în zona de radieră cu lampa UV, aflată la distanța de 25 cm față de materialul din PVC.....	108
Fig. 4.9. Imagine cu temperatura în zona de radieră cu lampa UV, aflată la distanța de 20 cm față de materialul din PVC.....	108
Fig. 4.10. Imagine cu temperatura în zona de radieră cu lampa UV, aflată la distanța de 15 cm față de materialul din PVC.....	109
Fig. 4.11. Variația temperaturii la expunerea la radiații UV cu lampa cu bec halogen la o anumită distanța .....	109
Fig. 4.12. Instalație de degradare la radiații UV de intensitate mare (cu becuri cu halogen de la „ISIM” Timișoara).....	110
Fig. 4.13. Prezentare din interiorul instalației cu becuri de halogen .....	111
Fig. 4.14. Imagini cu materialul compozit cu matrice din PVC testat timp de 4 ore: a) Imagine cu marginea mostrei testate; b) Imagine detaliu cu fața materialului cu „zona” degradată; c) Imagine detaliu cu spatele mostrei după testare .....	112

Fig. 4.15. Imagini cu materialul compozit cu matrice din PVC testat timp de 14 ore: a) Imagine cu marginile mostrei testate; b) Imagine detaliu cu fața materialului cu „zona” degradată; c) Imagine cu spatele mostrei după testare .....	112
Fig. 4.16. Scheme de așezare a componentelor dispozitivului pentru simularea suportului de cotier de la canapele .....	116
Fig. 4.17. Imagini laterale ale dispozitivelor realizate în care simulează cotierele canapelelor .....	117
Fig. 4.18. Detalii ale dispozitivelor realizate care simulează cotierele tapițeriilor: a) Dispozitivul paralelipipedic (notat cu 0) are materialul din înlocuitor de piele din PVC netensionat; b) Dispozitivul paralelipipedic (notat cu 3) are materialul din înlocuitor de piele din PVC tensionat; c) Dispozitivul semicilindric cu baza un dreptunghi (notat cu 1) are materialul din înlocuitor de piele PVC netensionat; d) Dispozitivul semicilindric cu baza un dreptunghi (notat cu 2) are materialul din înlocuitor de piele din PVC tensionat.....	118
Fig. 4.19. Schița desen dispozitiv paralelipiped cu baza un dreptunghi .....	119
Fig. 4.20. Schița desen pentru dispozitivul paralelipiped cu baza un dreptunghi .....	119
Fig. 4.21. Imagine de ansamblu a mașinii de încercat la solicitări variabile Walter Bai 10 [kN] .....	120
Fig. 4.22. Schema ciclului alternant negativ de solicitare la compresiune a materialului compozit cu matrice din PVC și suport textil (tricot glat), în deplasări .....	121
Fig. 4.23. Imaginea redă cicluri de solicitări (în deplasări) înregistrată pe mașina Walter Bai de 10 [kN].....	121
Fig. 4.24. Imagine de ansamblu a dispozitivului simulare suport tapițerie cu arcuri ...	122
Fig. 4.25. Schița arcului elicoidal cu spire strânse utilizat în componența suportului cu arcuri .....	123
Fig. 4.26. Curba forță-deplasare pentru arcul elicoidal utilizat la dispozitivul de simulare suport canapea.....	124
Fig. 4.27. Imagine din timpul testelor de oboseală ale materialului PVC tapițat pe dispozitivul de simulare suport canapea .....	124
Fig. 4.28. Imagini de la microscop cu zonele degradate ale pliurilor din materialul înlocuitor cu matrice PVC testat la oboseală: a) Zona mărită a degradării, b) Zona mărită în prezența unui marcaj cu dimensiunea de 1mm, c) Zona fisurată mărită de 300 ori, d) Zona cu fisura în lungime.....	125
Fig. 4.29. Imagine spate material cu suport din tricot și cu matrice din PVC, supus la o degradare cu radiații UV timp de 550 ore .....	126
Fig. 4.30. Imagine față cu materialul compozit cu matrice din PVC degradat timp de 550 ore .....	127
Fig. 4.31. Imagini cu epruvetele extrase din materialul compozit cu matrice din PVC degradat cu radiații UV timp de 550 ore, pe direcția șirului de tricot, după încercarea la tracțiune .....	127
Fig. 4.32. Imagini cu epruvetele din materialul compozit cu matrice din PVC (degradate cu radiații UV timp de 550 ore) prelevate pe direcția rândului de tricot, după încercarea la tracțiune .....	128
Fig. 4.33. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția șirului degradat și epruveta extrasă pe direcția șirului de tricot nedegradat.....	128
Fig. 4.34. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția rândului degradat și epruveta extrasă pe direcția rândului de tricot nedegradat.....	129
Fig. 4.35. Imagine cu materialul compozit textil cu matrice din PVC supus la radiații UV de intensitate moderată: a) fața materialului, b) zona de degradare a feței	

materialului (zona încercuită), c) zona degradată mărită, d) spatele materialului degradat.....	130
Fig. 4.36. Imagine cu materialul compozit textil cu matrice din PVC degradat, din timpul încercărilor la tracțiune: a) imagine din timpul testelor la tracțiune, b) imagine cu epruvetele de material după testarea la tracțiune .....	131
Fig. 4.37. Variația tensiune-deformație specifică la testarea epruvetelor prelevate pe direcția rândului de tricot degradat sub acțiunea radiațiilor moderate UV timp de 550 ore și cele degradate timp de 1700 ore.....	131
Fig. 4.38. Variația tensiune-deformație specifică la testarea epruvetelor prelevate pe direcția șirului de tricot degradat sub acțiunea radiațiilor moderate cu UV timp de 550 ore și cele degradate timp de 1700 ore .....	132
Fig. 4.39. Desen cu dimensiunile epruvetei testată din material cu matrice din PVC, pentru testele la oboseală.....	133
Fig. 4.40. Imagini cu eşantioanele de tricot în timpul testării: a) imagine din timpul testelor; b) imagine din momentul ruperii epruvetei.....	133
Fig. 4.41. Imagini cu epruvetele prelevate din materialul compozit cu matrice din PVC degradat cu radiații UV timp de 14 ore, pe direcția șirului și a rândului de tricot, după încercarea la tracțiune .....	134
Fig. 4.42. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția șirului a materialului cu matrice din PVC degradat timp de 14 ore .....	134
Fig. 4.43. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția rândului a materialului cu matrice din PVC degradat timp de 14 ore .....	135
Fig. 4.44. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția șirului a materialului cu matrice din PVC degradat și epruveta extrasă pe direcția șirului de material cu matrice din PVC virgin.....	135
Fig. 4.45. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase din materialul cu matrice din PVC degradat și epruveta din material cu matrice din PVC extrasă pe direcția rândului de tricot virgin .....	136
Fig. 4.46. Imagine de ansamblu cu epruvetele degradate cu UV cu nivel ridicat de radiații timp de 14 ore, pregătite pentru încercarea de oboseală la tracțiune oscilant pozitivă .....	138
Fig. 4.47. Schema de variație a deplasărilor pentru solicitarea de tracțiune oscilantă (controlul deplasărilor) .....	138
Fig. 4.48. Imagine din timpul testelor de oboseală ale materialului PVC degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel ridicat al intensității radiațiilor .....	139
Fig. 4.49. Imagine de detaliu cu epruveta S2 după încercarea de oboseală .....	139
Fig. 4.50. Imagine de detaliu cu epruveta S6 după încercarea de oboseală .....	140
Fig. 4.51. Imagine de detaliu cu epruveta S7 după încercarea de oboseală .....	140
Fig. 4.52. Imagine de detaliu cu epruveta S8 după încercarea de oboseală .....	141
Fig. 4.53. Imagine de detaliu cu epruveta S9 după încercarea de oboseală .....	141
Fig. 4.54. Curba de oboseală a epruvetelor extrase pe direcția șirului a materialului cu matrice din PVC degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel ridicat al intensității radiațiilor .....	142
Fig. 4.55. Curba de durabilitate a materialului degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel ridicat al intensității radiațiilor .....	143
Fig. 4.56. Imagine cu epruvete din material virgin și din material degradat cu radiații UV de intensitate ridicată timp de 14 ore (nesupuse la solicitări variabile în timp) .....	143

## LISTA DE TABELE

Tab. 2.1. Aditivi pentru stabilizarea polimerilor [Roșu, D.,2011] .....	39
Tab.2.2. Proprietăți mecanice ale tricotului.....	48
Tab.2.3. Proprietăți ale tricotului în raport cu acțiunea unor procese.....	48
Tab.2.4. Proprietăți fizice ale tricotului.....	49
Tab.2.5. Proprietăți ale tricotului în raport cu acțiunea unor factori.....	49
Tab.3.1: Valorile medii ale proprietăților mecanice ale materialului sintetic cu PU cu suport din material tricatat.....	63
Tab. 3.2. Constituenții materialului din înlocuitor de piele cu PVC, testat „ <i>Capranova Ciftip</i> ”.....	71
Tab. 3.3. Proprietățile mecanice a înlocuitorului de piele PVC, „ <i>Capranova Ciftip</i> ”	76
Tab.3.4. Rezultatele proprietăților elastice ale materialelor analizate [Lengyel, B., 2015].....	86
Tab. 3.5. Rezultatele studiului la deformația suprafeței tricotului glat [Lengyel, B., 2015].....	93
Tab.3.6. Rezultatele proprietăților elastice ale materialelor din tricot analizate.....	94
Tab. 3.7. Valorile parametrilor de structură după studiul microscopic [Lengyel, B., 2015].....	97
Tab. 3.8. Rezistența la plesnire a celor două materiale studiate [Lengyel, B., 2015] .....	97
Tab.4.1.Clasificarea radiațiilor după lungimea de undă [Dăneț, A. F., 2010] .....	100
Tab. 4.2. Rezultate testare lampă cu UV cu radiometrul UVR 365 .....	105
Tab.4.3. Rezultate obținute în urma măsurătorilor efectuate după anumite perioade de timp de degradare cu ultraviolete .....	105
Tab.4.4. Rezultatele rezistenței maxime a epruvetelor testate din material compozit cu matrice din PVC.....	136
Tab.4.5. Rezultatele rezistenței la oboseală a epruvetelor testate din material compozit cu matrice din PVC, expus în prealabil la o degradare cu intensitate ridicată de radiații UV timp de 14 ore .....	142

# 1. IMPORTANȚA ȘI ACTUALITATEA TEMEI DE CERCETARE

Tema de cercetare aleasă are un caracter puternic interdisciplinar deoarece abordează problematici ale durabilității înlocuitorilor de piele utilizați în domeniul industriei mobile dar și în industria automotive. Înlocuitorii de piele sunt în general realizați sub forma unor materiale compozite având un suport textil peste care se toarnă un material sintetic, de regulă un polimer policlorură de vinil (PVC) sau poliuretani (PU). Materialele compozite sunt răspândite în toate domeniile de activitate, fie că este vorba de industrie ușoară, aeronautică, construcții civile, construcții militare, etc.

Oboseala sau „îmbătrânirea” acestor materiale din înlocuitori de piele are un impact negativ asupra celor care utilizează aceste produse cu astfel de materiale. De aceea este necesară o cercetare cât mai amănunțită a tuturor factorilor care duc la această degradare și studii asupra oboselii materialelor încă din faza de proiectare și producere a acestor materiale și până la folosirea lor în diverse sectoare de activitate.

Proprietățile cele mai importante ale pieilor finite (piele naturală) care se cer a fi întâlnite și la înlocuitorii de piele și care le determină utilizarea lor la fabricarea încălțăminte, a articolelor de îmbrăcăminte, a produselor din mobilă tapițată și marochinărie sunt următoarele: grosimea, suprafața materialului, masa specifică, elasticitatea, plasticitatea, rezistența la compresiune, rezistența la abraziune, rezistența vopsirii, conductibilitatea electrică, absorbția de apă, permeabilitatea la apă, permeabilitatea la vapori de apă, rezistența la tracțiune, elasticitatea și plasticitatea, alungirea la rupere, rezistența la sfâșiere, și flexibilitatea.

Prezentate totuși ca o noutate în lumea industriei, prin integrarea lor în diverse produse finite și aportul pe care îl aduc la îmbunătățirea anumitor proprietăți, materialele compozite sunt departe de a fi numite o nouă invenție. Pe măsură ce noi grupuri de cercetători din diverse colțuri ale lumii și-au îndreptat atenția spre aceste noi materiale, au fost descoperite alte metode de obținere alternative pentru materialele compozite, metode care aveau un preț de cost mai redus și pentru a se integra cât mai bine în fluxurile tehnologice. Toate aceste elemente importante, au dus la apariția unor materiale compozite textile, care să posede proprietățile pieilor finite cât mai diverse și implicit au fost utilizate în industrii din ce în ce mai diverse cum ar fi industria constructoare de mașini, industria textilă, în medicina în special în laboratoarele stomatologice, ș.a.m.d.

Materiile prime și tehnologiile de producție s-au dezvoltat în ultimii 10 ani într-un ritm foarte alert ceea ce au dus la utilizarea pe scară tot mai largă a pieilor artificiale din PU și PVC. Produsele din PVC în comparație cu cele din PU sunt mai scumpe, sunt și ecologice, respirabile, moi și aspectul este aproape asemănător cu al pieii finite. Produsele din piele artificiale acoperite cu PU sunt folosite atât casnic cât și la birou ca podele, haine de lux, pantaloni, tricouri dar și la fabricarea încălțăminte și mai ales tapițerii.

Pe plan mondial s-a înregistrat o creștere rapidă în ultimii ani a utilizării de „piele artificială”, în industria de stoffe și de materiale nețesute, fie că este vorba de materiale acoperite cu PU sau PVC, articole de îmbrăcăminte, încălțăminte, genți și papuci. Produsele sunt adesea dezvoltate ca un înlocuitor de piele naturală folosite în toate sectoarele de activitate, Fig.1.1.



Fig. 1.1. Imagini cu produse care utilizează materiale din înlocuitori de piele: a) fotolii, b) canapele; c) scaune de mobilier casnic; d) huse pentru scaune auto [www.canapele.ro].

Pielea artificială acoperită cu PVC, se regăsește într-o gamă largă de aplicații în utilizare și cu un preț mai mic în comparație cu alte tipuri de piele artificială. Ea este utilizată la tapițeriile auto, la mobilierul de birou, papuci, pantofi, pungi, îmbrăcăminte exterioară (haine de ploaie, pardesie; accesorii vestimentare: produse de marochinărie) etc.

Imitația de piele acoperită cu PU, este și ea dezvoltată în ultimii 10 ani, dar este un produs obținut cu prețuri de cost mari decât cele acoperite cu PVC, deși ele sunt mai ecologice, mai moi, sanitare și au proprietăți aproape de cele ale pieilor naturale. Aceste materiale din piele sintetică acoperite cu PU, sunt utilizate în fabricarea de podele pentru locuințe și birou, îmbrăcăminte.

Durabilitatea înlocuitorilor de piele, este un domeniu de cercetare care este mereu în actualitate cu cerințele de pe piață ale consumatorilor de tapițerii și mobilier. Degradarea acestor materiale din înlocuitor de PVC sunt observate în viața cotidiană Fig.1.2.



Fig.1.2. Imagine cu defecte premature apărute la o tapițerie cu înlocuitor de piele

Din aceste considerente studiile privind factorii care produc degradarea înlocuitorilor de piele au o importanță deosebită.

Studiile efectuate până în prezent nu abordează în mod sistematic efectele de degradare sub acțiunea factorilor de mediu și ambientali în combinație cu solicitările mecanice care intervin în timpul perioadei de folosință.

Actualitatea temei de cercetare din lucrare este coroborată prin aceea că abordează în mod sistematic studiul degradărilor produse de factorii de mediu și ambientali luându-se în considerare factorii constructivi și solicitările mecanice care apar în timpul perioadelor de folosință al produselor care utilizează în special pentru finisaje, înlocuitorii de piele din PVC și PU.

Utilizarea înlocuitorilor de piele este limitată în momentul de față în primul rând datorită durabilității limitate și uneori a apariției degradărilor premature. În conformitate cu studiul bibliografic efectuat principalii factori care contribuie la apariția degradărilor premature ale înlocuitorilor de piele sunt: umiditate scăzută, temperatură crescută sau scăzută peste limitele normale, radiații ultraviolete și praf.

Importanța temei de cercetare rezultă ca o consecință directă a utilizării înlocuitorilor de piele la o scară tot mai mare pentru o gamă largă de produse de larg consum și cerinței ca acestea să aibă o durabilitate cât mai mare prin îmbunătățirea proprietăților mecanice și creșterea stabilității acestor proprietăți în timp.



## 2. CERCETĂRI PRIVIND STADIUL ACTUAL AL DURABILITĂȚII ÎNLOCUITORILOR DE PIELE

### 2.1. Caracterizarea generală a pieilor și a înlocuitorilor de piele, prezentarea generală a tapițeriilor

Materiile prime de bază din industria pielăriei necesare pentru confecționarea pieselor componente ale produselor de îmbrăcăminte, încălțăminte, tapițerii și marochinărie sunt materialele din piele și înlocuitori. Astfel materiile prime care intră în componența produselor, pot fi grupate astfel:

- piei;
- înlocuitori de piele;
- produse textile (țesături, tricoturi, neșesute).

#### 2.1.1. Considerații generale privind înlocuitorii de piele

Creșterea nevoilor de producție și a cererilor consumatorilor de pe piața confecțiilor textile, marochinărie, tapițerie, curelărie și încălțăminte din piele a determinat găsirea unor materiale care să înlocuiască pielea cu un alt material cu aspect și caracteristici asemănătoare pieilor.

Principalele proprietăți generale ale pieilor finite, pe care înlocuitorii din piele trebuie să le îndeplinescă pentru a putea fi utilizați la fabricarea încălțăminte, a articolelor de îmbrăcăminte, a produselor de marochinărie și a produselor din mobilă tapițată sunt [Ionescu, L., 2005]:

1. Grosimea, constituie un criteriu de bază la alegerea materialului necesar confecționării produsului. Grosimea are valoare neuniformă în cazul pielii naturale (între 0,6 și 10 mm).
2. Suprafața materialului, din piele influențează randamentul la croire a încălțăminte și depinde de mărimea animalului, de prezența unor defecte din timpul vieții animalului sau de procesul tehnologic de tăbăcire a pieilor. Se măsoară în metri și decimetri pătrați.
3. Masa specifică, depinde de tipul animalului dar și de modul de tăbăcire. Dacă aceasta are valoare mică permite obținerea unor articole mai ușoare conform cerințelor actuale ale consumatorilor, unitatea de măsură a acesteia este  $\text{g/cm}^3$ .
4. Elasticitatea, este o proprietate importantă a pieilor care este determinată în special de metodele de finisare aplicate pieilor tăbăcite și contribuie la păstrarea formei articolului de îmbrăcăminte sau încălțăminte în timpul purtării. Cea mai elastică parte topografică a pielii este cruponul.
5. Plasticitatea, reprezintă importanță când este vorba de articolele de încălțăminte deoarece aceasta trebuie să-și păstreze forma și dimensiunile în timp. Pieile tăbăcite vegetal sunt mult mai plastice decât cele care sunt tăbăcite mineral.
6. Rezistența la compresiune, este proprietatea pieilor care determină destinația lor. Astfel cea mai rezistentă parte din topografia pielii este cruponul fapt pentru care este întrebuițat pentru confecționarea tălpilor pentru încălțăminte.



7. Rezistența la abraziune, reprezintă rezistența la frecare uscată și umedă a pieilor care sunt utilizate la confecționarea tălpilor pentru încălțăminte la contactul cu asperitățile solului. Cea mai rezistentă este pielea tăbăcită cu tanași vegetali.
8. Rezistența vopsirii, este dată de rezistența față de diferiți agenți care intervin în timpul confecționării și purtării articolelor de încălțăminte, îmbrăcăminte și de marochinărie. Această rezistență se verifică atât în stare uscată, umedă, dar și la transpirație și îndoire.
9. Proprietățile chimice, depind de proveniența pielii, de metoda de tăbăcire dar nu în ultimul rând de procesul de finisare al pielii. Pieile care sunt tăbăcite cu săruri de crom și puternic unse sunt mai rezistente la agenții chimici decât pieile tăbăcite vegetal. Solvenții organici dizolvă și extrag grăsimile din piele scurtând durata de purtare a producției din piele. Pieile care sunt tăbăcite mineral suportă mai bine substanțele de ungere decât pieile tăbăcite vegetal.
10. Conductibilitatea, reglementează regimul de utilizare al pieilor fiind un material rău conductor de căldură.
11. Conductibilitatea electrică, pielea are conductibilitate electrică redusă, dar dacă procentul de umiditate din piele devine mai mare atunci și această conductibilitate crește.
12. Absorbția de apă, este o proprietate foarte importantă mai ales pentru pieile utilizate la tălpile pentru încălțăminte. Această proprietate se datorează porozității și depinde de felul tăbăcirii și al finisării.
13. Permeabilitatea la apă, este proprietate pielii de a permite trecerea apei când aceasta intră în contact. Permeabilitatea la apă depinde de porozitatea materialului, iar în cazul pielii depinde de felul tăbăcirii, de caracterul finisării și de ungere.
14. Permeabilitatea la vapori de apă, este însușirea materialului din piele de a lăsa să treacă prin el vapori de apă, dintr-un mediu cu umiditate ridicată într-un mediu cu umiditate mai scăzută a aerului. Această proprietate este una foarte importantă a pielii, caracterizând proprietățile igienice ce se impun produselor de încălțăminte și îmbrăcăminte.
15. Rezistența la tracțiune, este o proprietate care poate influența solicitările mecanice din timpul confecționării și purtării îmbrăcăminte și încălțăminte, se exprimă în  $\text{kgf/mm}^2$ . Cea mai rezistentă piele este cea de bovine.
16. Alungirea la rupere, este proprietatea pieilor finite de care trebuie să se țină cont în special la croirea articolelor din piele pentru a se evita deformarea lor. În general, pieile de ovine și de porcine au o alungire mare în comparație cu celelalte piei utilizate în industria textilă.
17. Rezistența la sfâșiere, este proprietatea pielii care indică modul de comportare al pielii în timpul prelucrării și purtării încălțăminte. Pielea cea mai rezistentă este pielea de bovine obținută din crupon.
18. Flexibilitatea, este proprietatea care determină în cea mai mare măsură calitatea pieilor, datorită îndoierilor repetate la care acestea sunt supuse în timpul confecționării și purtării articolelor din piele. Cele mai rezistente la îndoiri repetate sunt pieile de ovine.

Prin înlocuitor de piele se înțelege produsul care este obținut prin procedee industriale, cu aspect și caracteristici asemănătoare pieilor finite naturale și este constituit din unul sau mai multe straturi (cu sau fără suport), în compoziția căruia materialul de bază este un polimer sintetic. La nivel global se produc mai multe tipuri de înlocuitori de piele.

Clasificarea acestor înlocuitori este realizată în funcție de mai multe criterii:

1. În funcție de modul de comportare la îndoire:

a) înlocuitori flexibili: o peliculă cu suport textil, o peliculă fără suport textil;

b) înlocuitori rigizi: tip cauciuc, mase plastice, cu structura fibroasă (exemplu carton).

2. În funcție de materiile prime folosite, înlocuitorii de piele se clasifică astfel [Ionescu, L., 2005]:

**a. Înlocuitori pe bază de material fibros (tip carton)**, au în componență o structură fibroasă, formată din fibre lungi, subțiri, elastice, rezistente, de origine vegetală sau animală; fibrele sunt înclieiate cu cleiuri speciale, rezistente la apă.

Există și o clasificare a acestor înlocuitori pe bază de material fibros:

- după procedeul de fabricare: înlocuitori obținuți din straturi (carton, mucava) și înlocuitori obținuți prin împâslirea fibrelor din piele (talpa artificială);
- după natura fibrelor: înlocuitori din fibre de origine vegetală (carton, mucava, carton special tip texon, carton pentru ștaifuri și bombeuri, carton pentru geamantane), înlocuitori din fibre de origine animală, respectiv din fibre din piele (talpa artificială) și înlocuitori din fibre de colagen (piele gelatină dizolvată, fixată și transformată ireversibil prin tăbăcire).

**b. Înlocuitori pe bază de cauciuc**, se obțin din amestecuri de cauciuc sintetic și materiale auxiliare, vulcanizate. Aceste materiale sunt utilizate la obținerea tălpilor, tocurilor, precum și la încălțăminte din cauciuc, deoarece au proprietăți foarte importante ca de exemplu: impermeabilitate la apă, durată mare de viață, capacitate bună de amortizare, masa specifică mică, rezistență mare la uzură, se confecționează ușor prin procedee moderne de productivitate. Dezavantajul cel mai mare al acestor materiale este impermeabilitatea la vaporii de aer și apă. Acești înlocuitori se livrează pe piață sub formă de foi și plăci, plăci și foi tip crep, microporos, numit durocol; plăci compacte pentru tălpi-tip crupon cunoscut sub denumirea de duroflex; cauciuc buretos pentru căptușeli. Sunt materiale care sunt expuse pe piață și sub forma de tălpi în matrite: tălpi olandeze, tocuri, tălpi schi, celulare, microcelulare, translucide, monolite, etc

**c. Înlocuitorii pe bază de materiale plastice**, sunt acei înlocuitori utilizați la fabricarea încălțăminte și foarte mult solicitați de cumpărători, datorită următoarelor caracteristici: masa specifică mică, rezistență mecanică mare, impermeabilitate la apă, aer, vapori, gaze, însușiri de izolare electrică, acustică, se pot prelucra ușor, se colorează frumos, se pot lipi cu adezivi, au aspect plăcut.

Din această grupă fac parte următorii înlocuitori de piele:

1) Înlocuitorii fără suport care pot fi:

- din PVC; sub formă de folii expandate, folii, tocuri, tălpi, glencuri etc.;

- din polietilenă: capace de tocuri, tălpi, papuci de casă, sandale de plajă;

- din polipropilenă, copolimer ABS (acril-butadien-stiren) și poliuretan

sub formă de tocuri, tălpi, glencuri.

2) Înlocuitorii cu suport textil:

- cu strat de acoperire, ei se mai numesc și piei sintetice, datorită faptului că se seamănă mult cu pielea. Suportul textil este alcătuit din țesături, tricouri, textile nețesute. Dacă suportul acesta textil este dublat cu alte materiale se obțin produsele caserate.

Înlocuitorii din această grupă sunt utilizați pentru obținerea produselor de încălțăminte, tapițerii, marochinărie, confecții și articole tehnice. De exemplu: „silur” este obținut prin depunerea unei pelicule de poliuretan pe un suport de tricot; materialul care are denumirea „difur” este obținut prin depunerea aceleiași pelicule de poliuretan pe un suport de țesătură;

- tip MML (Man Made Leather — piele fabricată de om). Se numesc astfel, deoarece se aseamnă foarte mult cu pielea naturală.

Acești înlocuitori de tip MML, după structura lor se împart în următoarele grupe:

1. Înlocuitorii tip MML simpli cu structura compactă (neexpandată). Ei au aspect de piele, cu suprafața netedă, colorată diferit sau imprimată, au o grosime uniformă, dar nu întrunesc proprietățile igienice ale acesteia și un cost redus. Aceste materiale se comercializează în următoarele sortimente mai importante: mușama, dermatin (ambele obținându-se prin acoperirea unor țesături cu o peliculă de nitroceluloză), vinitextul, gutiplastul, velurul tip PVC, fibrolacul care imită pielea de focă, cardocul cu aspect de catifea, antilopa artificială, gralexul (obținut prin acoperirea unor țesături cu un strat de cauciuc).
2. Înlocuitorii tip MML simpli cu structura expandată, au o structură asemănătoare pielii, dar cu o puțină permeabilitate la aer și vaporii de apă, din acesată cauză se spune că „nu respiră”. Din această grupă fac parte: plastinul, scaiul.
3. Înlocuitorii tip MML compusi, au permeabilitate bună și la vaporii de apă (deși aspiră) și absorbția umidității limitată, sunt totuși inferiori pielii naturale.
4. Înlocuitorii cașerați, obținuți prin depunerea pe un suport a unei folii de polimer sintetic.
5. Înlocuitori ignifugați care, datorită structurii lor chimice speciale, în contact cu flacăra se carbonizează, fără să ardă cu flacăra.
6. Înlocuitorii imersați obținuți prin scufundarea suportului în amestecuri de polimeri sintetici.

#### **d. Înlocuitorii pe bază de materiale textile pot fi:**

1. Din materiale textile neimpregnate, sunt materiale care permit eliminarea transpirației piciorului prin schimbul de aer cu exteriorul, au masă specifică redusă și flexibilitate ridicată. Aceste proprietăți permit încălțăminte să îndeplinească o cerință importantă și anume confortul la purtare. Acești înlocuitori au întrebuințări foarte variate: pânza pentru căptușeli de încălțăminte și articole de marochinărie, pânza pentru pantofi sport, la confecționarea cizmelor, plasa din relon pentru fețe de pantofi, sandale, țesături jacard cu fire de efect pentru fețe de pantofi, plușuri pentru pantofi de casă, încălțăminte de vară, la diferite articole de marochinărie, postav pentru fețe de șoșoni.

2. Din materiale textile impregnate, distingem: poliamide, rășini ușor fuzibile țesături și textile neșesute din bumbac, impregnate cu nitroceluloză, țesături impregnate cu cauciuc (CHIRZA), țesături impregnate cu ulei, etc. Acești înlocuitori de piele din materiale textile impregnate se întrebuințează la fabricarea ștaifurilor, bombeurilor, la carâmbii de cizme (chirza), la diferite articole de marochinărie.

Cerințele principale de calitate ale înlocuitorilor de piele sunt: nuanțe uniforme, greutate specifică mică, rezistență la frecare în stare umedă dar și uscată, peisaj și grosime uniformă. Necesitatea cunoașterii acestor proprietăți este necesară deoarece materialele din înlocuitori de piele trebuie alese cu anumite caracteristici pentru a putea fi utilizate cu succes în confecționarea articolelor de încălțăminte, marochinărie, articole de îmbrăcăminte și nu în ultimul rând pentru tapițerii.

În concluzie proprietățile înlocuitorilor de piele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- Proprietăți mecanice: o rezistență la rupere ridicată;
- Stabilitate în timp: - prezintă fenomenul de "îmbătrânire";
- Au stabilitate termică limitată la valori ale temperaturii mediului în care lucrează Stabilitatea termică la materialele uzuale nu depășește 70°C;
- Sunt buni izolatori termici;
- Nu conduc curentul electric; din această cauză sunt buni izolatori electrici;
- Nu permit trecerea luminii;
- Rezistența culorii și a luciului materialului în timp;
- Flexibilitate și elasticitate bună a materialului din înlocuitori de piele în timpul procesului de producție;
- Stabilitate chimică: -majoritatea înlocuitorilor de piele sunt rezistenți la acțiunea acizilor, bazelor și a altor agenți chimici.

### **2.1.2. Prezentarea generală a materialelor pentru tapițerii**

Mobila tapițată trebuie să fie nu numai frumoasă dar și să fie confortabilă deoarece este nevoie de relaxare în canapeaua sau în fotoliul pe care îl dorim ca mobilier. Cel mai important pentru a oferi un confort este construcția acestuia, mobilierul trebuie să asigure stabilitate, siguranță, durabilitate, să fie bine lucrat și din materiale care nu periclitează sănătatea.

#### Spumele poliester și poliuretan

Natura ne-a demonstrat prin structura fagurelui faptul că este posibilă obținerea unei forme stabile având în același timp o greutate minimă. Din această categorie prin însușirile ei este și spuma poliester.

Spuma poliester sau spumă poliuretan moale (P.U.R.) garantează rezistența la susținere, greutatea redusă, elasticitate bună și permite circulația adecvată a aerului. Acest material organic este un produs-sinteză, utilizând ca tehnologie de fabricație utilizarea țitei ca materie primă.

Spuma poliester este utilizată pe plan universal și a devenit o componentă indispensabilă a vieții noastre zilnice. Reacția de poliadiție a fost prima dată folosită în anul 1937 [Constandache, T., 2012]. Un amestec lichid de substanțe este prepolimerizat formând un lanț linear de molecule. Lichidul astfel prepolimerizat intrând în contact cu apa emite acidul carbonic cu ajutorul căruia se produce expandarea cu o densitate scăzută, formându-se astfel o structură celulară tridimensională. Cu ajutorul tehnicii moderne computerizate se pot obține o gamă diferită de spume poliester cu proprietăți fizice diferite, în funcție de solicitare. De exemplu se pot defini cu exactitate greutatea, duritatea sau elasticitatea dorită. Continua dezvoltare și îmbunătățire a rețetelor de producție sunt garanția calității înalte a produsului.

Caracteristica cea mai importantă a materialului este densitatea. Presupunerea că o spumă mai dură are o densitate ridicată este falsă. Astfel o spumă cu densitatea ridicată poate fi de asemenea moale, iar o structură rigidă poate fi obținută printr-o spumare cu densitate scăzută, rezultat care se datorează mixturii componentelor de bază ale spumei. La o densitate ridicată celulele inter-comunicante au un perete mai gros. În general se poate spune cu cât densitatea este mai ridicată cu atât crește și durabilitatea spumei [Constandache, T., 2012].

Inițial spuma poliuretan (PU), a fost produsă ca spumă turnată. Denumirea derutată a spumei poliuretan ca spumă rece a provenit de la faptul că în perioada anilor '70 spumele se turnau direct în forme preîncălzite, nemaifiind necesară încălzirea acestora. În acest moment spumele se produc în blocuri. Procedul de

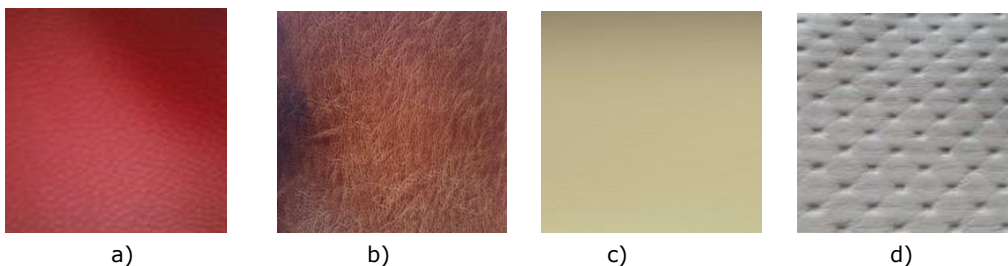
fabricație al spumei poliuretan este același ca al spumelor poliester și se deosebește doar prin formula rețetei. Denumirea internațională a acestei spume este „Spumă-HR” (high resilient=elasticitate ridicată). Deosebirea principală dintre spuma poliuretan rece și spuma poliester constă în faptul că spuma poliuretan rece are o celulație mai deschisă ce permite o mai bună circulație a aerului precum și un punct elastic mai ridicat față de spuma poliester.

Tapițeria se realizează cu o pretensionare care cu timpul cedează motiv pentru care se recomandă utilizarea simetrică a șezutului. Prin folosirea aceluiși element de ședere, acesta, cu timpul cedează mai mult și astfel acea zonă devine mai moale cu restul garniturii tapițerii. Prelucrarea cu un anumit grad de înclinare a șezutului, în concordanță cu fiecare model, are ca rezultat obținerea confortului sport.

Forma înclinată a șezutului nu diminuează cu nimic calitatea produsului tapițat, ci este o caracteristică specifică modelului, fiind conformă cu producția de serie standardizată. În mod uzual în condițiile actuale materialele folosite la fabricarea spumelor destinate tapițerii pentru mobilier, nu conțin substanțe nocive sănătății. Totuși reacțiile alergice nu se pot evita în întregime la nici un material. Prețul materialului pentru tapițeria de mobilă nu spune nimic despre rezistența și durabilitatea acesteia ci poate fi o expresie a criteriilor calitative ca de exemplu, exclusivitate, eleganță precum și a materialului folosit (catifea sau mătase), rafinitatea imprimării și a șesăturii. Mobila tapițată este utilizată în medie 1250 de ore pe an [Mâlcome, O., 1995].

În acest timp husele (din piele sau înlocuitori) trebuie să reziste solicitărilor date de greutatea celui care se așează pe mobilier, la aderență (mişcări de frecare) precum și altor influențe cum ar fi: lumina, căldura, praful, murdăria fără să înregistreze diferite aspecte de degradare. Calitatea materialului tapițerii, intensitatea solicitărilor precum și fumul de țigară, transpirația și diverse secreții ale corpului, de asemenea felul de curățare și îngrijire definesc în mare măsură durabilitatea husei mobilierului. În general orice material pentru husă, sub influența luminii solare se poate decolora și degrada.

Materialele sintetice precum și culorile de nuanță închisă au o rezistență mai mare la absorbția luminii decât materialele din fibre naturale și cele de culoare deschisă. Astfel expunerea la soare a garniturii tapițate trebuie pe cât posibil evitată. În ceea ce privește rezistența culorilor se ia în considerare faptul că toate stoffele livrate de industria textilă sunt supuse unui control riguros de calitate. Câteva tipuri de materiale din piele ecologică utilizate la tapițerii sunt prezentate în imaginile din Fig. 2.1.a-l.



a)

b)

c)

d)

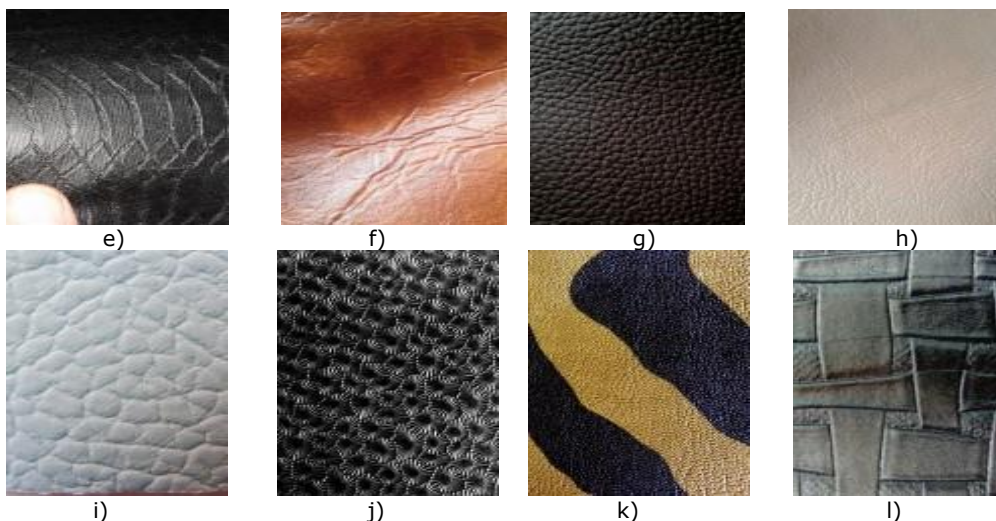


Fig. 2.1. Materiale din piele ecologică: a) Coventry , b) Capro, c) Inka, d) Punto, e) Stoc, f) Troya, g) Baron, h) Capranova ,i) Fluter, j) Yildiz, k) Zebra Roma, l) Sarmasik  
[www.piele-ecologică.ro]

Aceste materiale din înlocuitor de piele utilizat în tapițerii și care sunt prezentate în Fig.2.1.(a-l), se aseamănă prin suportul materialului care este realizat din tricot, aspectul suprafeței materialului din înlocuitor de piele este diferit prin culoare, structură și desene geometrice în relief. Deosebirile dintre aceste materiale pot fi luate în calcul atunci când sunt alese pentru utilizarea lor la tapițarea fotoliilor, canapelelor, la realizarea huselor de scaune pentru industria de automobile, sau a scaunelor pentru mobilier casnic; din punct de vedere al elasticității și flexibilității materialului din înlocuitor.

În fabricile care produc astfel de materiale din înlocuitori de piele pentru tapițerii se fac numeroase teste cu privire la rezistența materialelor, rezistența culorilor, rezistența la abraziune, etc. Principalele teste sunt orientate spre determinarea următoarelor proprietăți:

1. Rezistența la tracțiune și la alungire;
2. Rezistența la abraziune-testare cu aparatul Martindale;
1. Rezistența la rupere- testare prin metoda Elmendorf ;
2. Rezistența culorii vopsirilor la frecare;
3. Rezistența culorii vopsirilor la lumină artificială cu ajutorul unei lămpi cu arc de xenon [www.intertek-turkey.com].

Încercarea la oboseală dar și degradarea sau „îmbătrânirea” materialelor înlocuitori de piele, nu este testată în fabricile care produc astfel de materiale, ceea ce este un argument bun pentru a cerceta aceste materiale din aceste puncte de vedere.

Mai mult în literatura de specialitate nu se prezintă modul de influență a proprietăților de durabilitate ținând cont și de acțiunea simultană a solicitărilor mecanice variabile în timp cu efectele de mediu sau ambientale. Având în vedere faptul că cele mai utilizate materiale din înlocuitori de piele sunt materiale cu suport textil și strat de acoperire realizate din materiale plastice, înlocuitorii de piele trebuie analizați ținând cont de caracterul lor compozit.



## 2.2. Prezentarea generală a materialelor compozite textile

Dezvoltarea la nivel mondial a materialelor compozite textile, varietatea și importanța acestora pentru tot ceea ce înseamnă domenii ca: industrie aeronautică, industrie ușoară, industria de construcții civile sau militare, au condus la dezvoltarea unor materiale textile de o foarte mare diversitate. Aceste textile sunt o rampă de lansare pentru tehnologia viitorului pentru diferite materiale compozite. Studiul materialelor compozite care au în componență materiale textile și implicarea lor în procesele industriale se află pe o pantă ascendentă. Totodată aceste materiale compozite cu suport textil reprezintă o rampă de lansare pentru evoluția viitoare a tehnologiilor la nivel internațional. Aceste afirmații stau la baza provenienței și a definiției materialelor compozite.

În decursul timpului materialele compozite au fost utilizate în foarte multe ramuri ale industriei. Datorită diversității materialelor existente, cercetătorii din lumea întreagă au elaborat mai multe definiții pentru a explica cât mai bine natura acestor compozite. Dintre toate aceste definiții cele mai relevante sunt cele în care sunt prezentate descrieri ale compozitului cu straturi de naturi diferite.

1. Definiția după Larousse [<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>]:  
Un material compozit este un material compus din mai multe materiale de naturi și compoziții diferite, ce are proprietăți și caracteristici specifice.
2. Definiția în 3 puncte [Murariu, C, 2008]:
  - a) Materialul compozit constă din 2 sau mai multe materiale distincte din punct de vedere fizic.
  - b) Materialul compozit se realizează prin amestecarea componentelor individuale astfel încât dispersarea unui material în celălalt se poate face controlat pentru a obține proprietăți optime.
  - c) Materialul compozit are proprietăți unice și mult mai bune decât componentele individuale.

Materialele compozite sunt catalogate ca o noutate în domeniul industrial, prin integrarea lor în produse finite sau semifabricate și aportul lor la îmbunătățirea unor proprietăți ale materialelor. Compozitele sunt printre primele materiale care au fost descoperite de oameni din cele mai vechi timpuri. De exemplu, cărămizile făcute din lut și paie mixate și apoi uscate au fost printre primele materiale compozite create de om. Un alt exemplu poate fi lemnul considerat ca o legătura dintre fibrele de celuloză și lignină rezultând un material compozit [Rîmbu, 2006]. În acest context putem afirma că materialele compozite au stat la baza unor cercetări de perfecționare și de inovare a unor procese și tehnici de îmbunătățire a unor proprietăți mecano-fizice ale materialelor cu multiple straturi care în timp au acaparat foarte multe domenii de utilizare din toate sectoarele industriei.

La început când prețul materialelor și al proceselor de producție era mare, aceste materiale au fost utilizate în domeniul aeronauticii la construcția avionelor din dorința de a realiza aeronave mai ușoare, mai fiabile și cu o autonomie la zbor. Practic această industrie aeronautică a deschis drumul cercetării și inovării dar nu în ultimul rând al utilizării compozitelor în multe ramuri industriale, un loc important ocupându-l cel al bunurilor de larg consum.

Materialele compozite textile sunt alcătuite din fibre, care sunt elementul care conferă ansamblului compozit caracteristicile de rezistență la solicitări; în timp ce matricea, care este un material cu o compoziție polimerică, prezintă o alungire și o reziliență la rupere mult mai mare. Trebuie însă subliniat faptul că materialul compozit textil este un ansamblu unitar, în care cele două faze acționează

împreună. Matricele polimerice ale materialelor compozite textile sunt rășini termorigide (epoxidice, poliesterice sau poliamide), termoplastice, armate cu fibre de carbon sau sticlă; de bor sau aramidice (kevlar) sau cu fibre metalice. Sunt folosite mai ales în aplicații care implică temperaturi relativ joase de lucru (ajungând, în mod excepțional, pentru termoplastice fabricate prin injecție, la nivelul maxim de 400°C) [Murariu, C., 2008].

Diversi cercetători din lumea întreagă și-au îndreptat atenția spre noi materiale și au fost descoperite noi metode de obținere alternative pentru compozite, metode care aveau un preț de cost mai redus erau concepute pentru a se integra în fluxurile tehnologice. Toate aceste elemente, au dus la apariția pe piață a diverselor materiale compozite în structura multor produse și implicit în multe sectoare de activitate din diverse industrii cum ar fi: industria automotive, industria textilă, industria medicală, în special în laboratoarele de stomatologie care și la ora actuală utilizează foarte mult aceste materiale compozite.

Cronologic o eșalonare a acestor materiale utilizate în industria de consum este prezentată în Fig 2.2.:

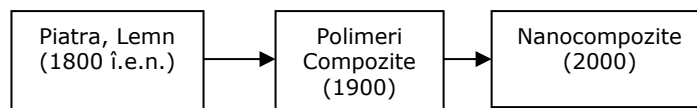


Fig.2.2. Evoluția materialelor compozite

În componența unui material compozit se vor regăsi în permanență două categorii de materiale constituente: matricea și ranforsantul.

Matricea este componenta compozitului cu caracter continuu pe când ranforsantul este componenta mai rezistentă și are caracter discontinuu. Acest punct de vedere corectează informația prin care se înțelegea că matricea este partea din compozit cea mai rezistentă, rolul acestei matrice este de a prelua și redistribui forțele asupra ranforsantului, acesta din urmă preluând în mare parte toată solicitarea (încărcătura). Diferite matrice pot fi combinate în diverse moduri pentru a realiza proprietățile dorite în anumite sectoare de activitate din industrie.

Studiul acestor materiale compozite a început în jurul anilor 1939, ca o subramură a științelor inginerești când doi cercetători Gordon și De Bryne au inclus fibre de in în rășina fenolică pentru a obține o alternativă a aliajelor de aluminiu numită GORDONAEROLITE. Apoi între anii 1942-1943, rășinile poliesterice combinate cu fibra de sticlă au rezultat niște materiale compozite care sunt utilizate la obținerea ecranelor transparente ale radarelor. În anul 1966 au fost descoperite fibrele de Bor care în combinații de tipul Bor-Aluminiu sau B-epoxi sunt utilizate pentru avioane militare și civile sau biciclete cu greutate redusă și pentru fabricarea undițelor. În anul 1968 sunt introduse fibrele de carbon, apoi după câțiva ani în 1972 fibrele aramidice, în 1976 fibrele polietilenice. Din anul 2000, au crescut pe plan mondial producția de materiale compozite. Datorită creșterii industriale din multe sectoare de activitate, a existat o expansiune la nivel global după cum urmează: America de Nord, America de Sud, Europa de Vest, Europa de Est, Orientul Mijlociu, Asia, Rusia și Africa [Murariu, C., 2008].

Materialele compozite ca înlocuitori de piele au evoluat în timp datorită utilizării tot mai des a acestora în multe sectoare de activitate. Datorită proprietăților asemănătoare pieii finite, au apărut tot mai multe tehnologii de obținere a acestor compozite din înlocuitori de piele, cu costuri scăzute a materiei prime dar și al produselor obținute la finalul procesului.



### 2.2.1. Clasificarea materialelor compozite înlocuitori de piele

În funcție de definițiile date, se poate realiza o clasificare a materialelor compozite pe mai multe criterii după cum urmează:

- După modul de dispersare a fazelor;
- După forma, dimensiunea și distribuția a două sau mai multe faze în materialul compozit;
- După forma structurilor componente.

În prima categorie, cel după modul de dispersare al fazelor, materialele compozite se pot clasifica în compozite cu dispersie fină (materiale compozite naturale și materiale microcompozite) și compozite cu dispersie grosieră. În cadrul materialelor microcompozite, din clasa cu dispersare fină, se înregistrează materialele a căror componență și structură se conturează la nivel microscopic.

După forma și distribuția a două sau mai multe faze în materialul compozit vom descoperi următoarele subcategorii: fibre continue în matrice, fibre scurte în matrice, particule dispersate în matrice, structuri lamelare, rețele interpenetrante și multicomponente.

Fibrele care sunt așezate continuu în matricea unui material compozit, dau naștere la așa numitele materiale „high performance composites”(HPC). Continuitatea și aranjarea fibrelor are ca efect preluarea a aproape 100% a încărcărilor de forțe care acționează asupra matricei compozitului conferindu-i acestuia rezistență mecanică și rigiditate. Într-un astfel de material compozit fibrele sunt regăsite sub forma unor fibre filamentoare sau fascicole astfel încât chiar dacă unele dintre acestea cedează la acțiunea diverselor forțe asupra compozitului această încărcare va fi mereu distribuită uniform asupra celorlalte fibre rămase întregi prelungindu-se semnificativ timpul până cedează tot materialul sub acțiunea forțelor (Fig. 2.3).

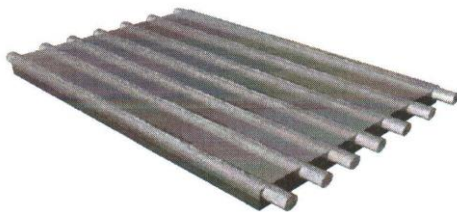


Fig. 2.3. Compozit ranforsat cu fibre [Murariu, C., 2008]

În cazul materialelor compozite cu fibre scurte din punct de vedere al rezistenței nu pot fi comparate cu cele HPC însă este mai avantajos din punct de vedere al procesului de fabricație mai puțin elaborat. Materialele compozite cu fibre scurte au numeroase aplicații, deși nu au rezistența celor cu fibre lungi și continui, ele sunt ușor de prelucrat prin pliere, injectare sau polimerizare (Fig. 2.4).



Fig. 2.4. Secțiunea transversală a unui material compozit ranforsat cu fibre de sticlă [Murariu, C., 2008]

În Fig. 2.5, este reprezentat un material compozit ranforsat cu fibre scurte.

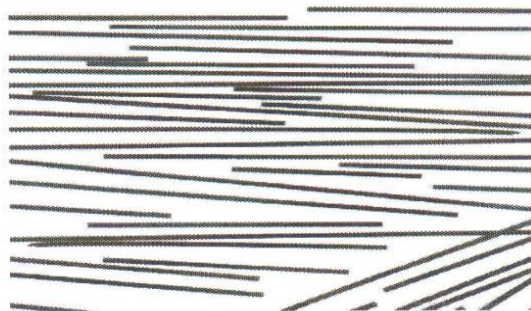


Fig. 2.5. Reprezentarea schematică a materialului ranforsat cu fibre scurte [Murariu, C., 2008]

Ranforsaări cu particule dispersate în matrice se poate realiza cu ajutorul cauciucului pentru a crește elasticitatea și rezistența la întindere. Acest material se folosește la înlocuirea unor materiale în care matricea polimerică sunt incluse resturi anorganice, particule sub formă angulară, translucide, ceea ce face ca acest material să fie din ce în ce mai întrebuințat.

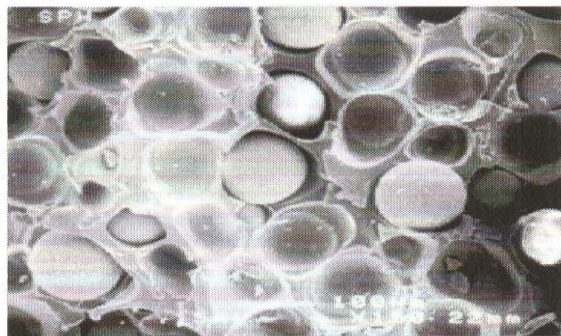


Fig. 2.6. Material compozit ranforsat cu particule sferice [Murariu, C., 2008].

Există structuri interpenetrante schematic. În Fig.2.7, este prezentată o astfel de structură de material compozit cu o orientare de 3 structuri ranforsate interpenetrante.

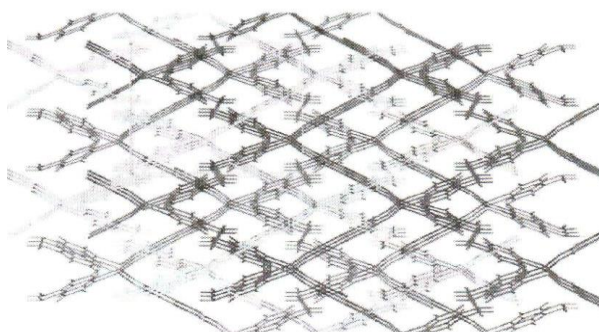


Fig. 2.7. Structură compozită cu orientarea a trei structuri ranforsate interpenetrante [Murariu, C.,2008].

Cea mai importantă clasificare a unui material compozit este cea după forma, dimensiunea și distribuția a două sau mai multe faze în materialul compozit, deoarece modul de distribuție și forma ranforsanților influențează în mod direct proprietățile materialului compozit. Studiile au arătat de-a lungul timpului că influența formei și fazei ranforsanților asupra proprietăților de la interfață, este importantă. Dacă se realizează încercări la încovoiere, când particulele sunt în raport dimensional mai mare decât cu cel al ranforsanților se înregistrează o creștere a modulului de elasticitate al compozitului. Astfel se deduce că interfața permite trecerea forțelor de la matrice la agentul ranforsat. După ce au fost realizate și încercări la tracțiune s-a confirmat faptul că tensiunea la rupere scade odată cu introducerea ranforsanților cu raport dimensional mare, ceea ce semnifică că particulele cu forma unghiulară sau ondulată pot juca rolul inițiatorilor de fisuri, datorită dimensiunilor mici și forțelor de coeziune slabe ca intensitate și în concluzie au valori mici [Murariu, C.,2008].

O analiză mai amănunțită numită analiza fractografică a arătat că în cazul particulelor sferice sunt mai reduse la nivelul interfețelor matrice-ranforsant decât în cazul ranforsanților cu dimensiune mare. S-a aplicat un model vâscoelastic asupra datelor experimentale și așa s-a putut studia dinamica la nivelul interfețelor ranforsant și matrice.

Materialele compozite prezentate mai sus au avantaje și dezavantaje mai ales atunci când sunt utilizate în tapițerii. Compozitele cu fibre lungi sunt mult mai rezistente în comparație cu cele ranforsate cu fibre scurte și sunt utilizate la tapițarea fotoliilor și a canapelelor, în special în zonele de „șezut” și zona pentru cotiere. Cele cu fibre scurte își măresc utilizarea în tapițerii dacă se mai adaugă particule de cauciuc în matricea polimerului pentru a crește rezistența la tracțiune a materialului compozit. Materialul ranforsat cu particule sferice este utilizat la producerea huselor scaunelor pentru mașini, iar cel cu trei structuri ranforsate interpenetrante sunt utilizate cel mai mult la tapițarea scaunelor pentru uz casnic și de birou.

După forma structurilor componente clasificarea materialelor compozite cuprinde:

a) Materialele compozite fibroase, sunt caracterizate prin faptul că fibrele încorporate în matricea polimerului întăresc materialul obținut, măbind rezistența și elasticitatea acestuia. Aceste materiale sunt foarte rezistente, un material compozit

cu fibre carbonice orientate longitudinal este rezistent asemănător oțelului, dar cu o greutate mult mai mică. Materialele compozite cu fibre scurte au numeroase aplicații. Ele nu sunt așa de rezistente ca cele cu fibre continue și lungi dar sunt mai ușor de prelucrat prin pliere, injectare sau „in situ” prin polimerizare. De exemplu, fibrele carbon au fost încorporate în structura polietilenei cu densitate mare, acest material compozit fiind utilizat cu succes datorită și greutății foarte mici la înlocuirea articulației genunchiului în proteze [Murariu, C., 2008].

- a) Materiale sub formă de particule, sunt acele materiale care sunt utilizate în industria producătoare de încălțăminte sportivă de performanță. Aceste materiale sunt utilizate la confecționarea tălpilor cu absorbția șocului. În Fig. 2.8, este prezentată o reuniune de două materiale în formă sferică de particule, fiind introdus un material cu proprietăți elastice foarte bune care poate să absoarbă șocul.

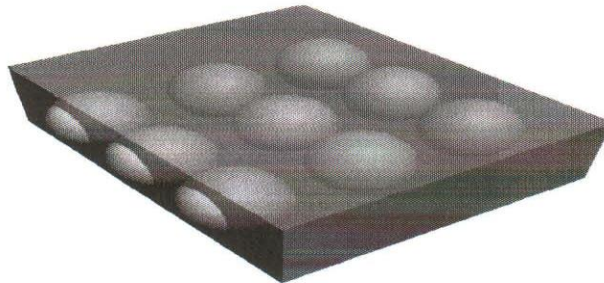


Fig. 2.8. Material compozit cu o bună absorbție a șocului utilizat pentru tăpile încălțăminte sportive de performanță [Murariu, C., 2008]

Materiale compozite laminare alcătuite din straturi de materiale așezate unele peste altele.

Aceste materiale sunt realizate din înveliș exterior care este de fapt matricea materialului și miezul este ranforsantul (Fig. 2.9).

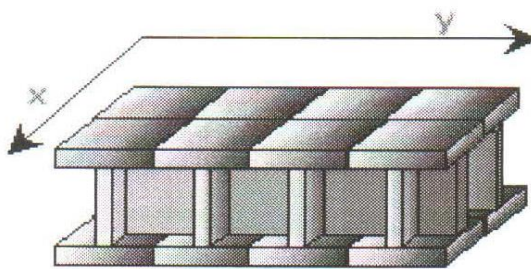


Fig. 2.9. Material compozit laminat alcătuit din înveliș exterior și miez [Murariu, C., 2008]

Aceste materiale compozite înlocuitori de piele trebuie să fie cât mai flexibile, dar cu o rezistență la încovoiere cât mai mică.

### 2.3. Materialele constituente din structura compozitelor

Deoarece sunt o mulțime de materiale compozite pe piață este foarte greu a le analiza din punct de vedere structural, de aceea vom prezenta în lucrarea de față materialele compozite textile cu conținut fibros realizat pe o matrice polimerică, care au aplicabilitate în tapițerii.

Compozitele fibroase textile sunt acele materiale care conțin o matrice polimerică continuă care unește o serie de ranforsanți sub forma de fascicole de fibre sau fibre singulare. Proprietățile structurale se îmbunătățesc dacă se realizează transferul de forțe către ranforsanți. Utilizarea fibrelor în acest material este necesară deoarece sunt rezistente și cu greutate mică. Fibrele care se află în matrice sunt mult mai rezistente decât materialul brut din care sunt confecționate deoarece se va ține seama și de orientarea fibrelor în matrice dar și de numărul mic de defecte din fibră. Ranforsantul materialului sunt de fapt fibrele continue care sunt aliniate în straturi elementare care sunt denumite lamina. Dacă sunt cerute proprietăți asemănătoare pe direcții perpendiculare se utilizează o așezare pe direcțiile dorite ale fibrelor numită „ranforsare ortogonală”. Când sunt cerute aceleași proprietăți în toate direcțiile ranforsarea cu fibre nu se mai face ordonat după anumite direcții, aceștia sunt orientați aleatoriu [Hull, D.,1996].

Pentru a putea fi un ranforsant bun pentru materialele compozite, fibrele trebuie să îndeplinească anumite caracteristici structurale și funcționale:

- 1) - Modulul de elasticitate trebuie să fie crescut;
- 2) - Elongație bună a fibrelor constituente;
- 3) - Stabilitate bună a proprietăților fibrelor în timpul mânăuirilor dar și a proceselor de fabricație;
- 4) - Variație mică a rezistenței între fibrele individuale;
- 5) - Suprafață uniformă și diametru uniform a fibrei;
- 6) - Durabilitatea fibrelor;
- 7) - Disponibilitate în formele potrivite;
- 8) - Cost accesibil.

Din punct de vedere structural, diametrul fibrelor care intră în componența materialului compozit trebuie să fie suficient de mic pentru a reduce defectele de suprafață dar și pentru a putea produce transferul ridicat al forțelor între matrice și ranforsanți. Tipul și compoziția chimică a fibrelor sunt și acestea importante deoarece determină câteva proprietăți cum ar fi durabilitatea și rezistența în timp a materialului compozit [Hull, D.,1996].

Cele mai utilizate fibre ca ranforsanți sunt fibrele de sticlă, carbon și aramidă, care sub acțiunea forțelor de tracțiune prezintă un comportament elastic linear.

Fibrele care intră în materialele compozite sunt într-o varietate de configurații:

- Unidireționale-fibrele sunt aliniate pe o singură direcție;
- Bi-direționale-fibrele sunt grupate pe două direcții, de obicei perpendiculare;
- Aleatorii-fibre aflate în același plan dar cu distribuție aleatorie.

Compozitele care au ca bază fibrele de sticlă au fost primele care au deschis multe cercetări științifice pentru materialele compozite ranforsate cu fibre polimerice (CFRP).

Ca principale avantaje ale acestui tip de fibre se pot enumera: răspândirea pe piață în forme cât mai variate, preț competitiv, rezistența bună și stabilitate în timpul prelucrării tehnologice. În acest moment fibrele de sticlă sunt obținute sub formă de filamente care ulterior sunt bobinate pe diferiți suportți și utilizați în aplicații. Aceste fibre de sticlă suferă un tratament de suprafață care are rolul de a preveni îmbibarea în straturile superficiale cu materialul (polimeric) din care este constituită matricea, lucru care ar putea diminua proprietățile mecanice ale acestei fibre.



Tratamentul are și rolul de a crește aderența între cei doi constituenți ai compozitului. Cele mai populare și mai întâlnite fibre de sticlă sunt de tipul E-glass și S-glass. Cele E-glass sunt utilizate în aplicațiile industriale, datorită prețului scăzut. Cele S-glass au proprietăți mecanice mai bune, ca de exemplu ductibilitate bună dar sunt cu un preț mai ridicat decât cele E-glass și de aceea sunt mai puțin utilizate în aplicațiile industriale. Aceste tipuri de fibre pot avea în constituția zirconiu ceea ce le face mult mai rezistente la acțiunea alcalilor mai ales când aceste fibre sunt incluse în componența mediilor din beton.

Proprietățile mecanice, în special rezistența la tracțiune a acestor fibre, se modifică în timp dacă sunt supuse unei încărcări continue și de lungă durată sau sub acțiunea agenților chimici (coroziune chimică) [Murariu, C., 2008]. Aceste materiale sunt utilizate în special la tapițarea fotoliilor și canapelelor destinate mobilierului de birou și cele destinate uzului casnic, datorită rezistenței și stabilității dimensionale în timp.

Fibrele de carbon și de grafit sunt răspândite în multe domenii de activitate. Cele două fibre se deosebesc prin diferența de constituenți mai ales în ceea ce privește structura modulară. Mai toate fibrele de carbon se obțin prin descompunerea termică a poliacrilonitrilului (PAN). Atomii de carbon sunt așezați în plane hexagonale paralele pentru a forma rețeaua cristalină a grafitului pe când în cazul fibrelor de carbon legăturile dintre straturi sunt slabe așa că rezultă o așezare bidimensională. Tehnologia de fabricație pentru cele două tipuri de fibre constă în trei etape distincte și anume: oxidare la 200°C-300°C; carbonizare la 1000°C-1500°C și grafitizare la 2500°C-3000°C. Prin procesul de grafitizare se obțin fibre cu un modul de elasticitate mai mare decât fibrele de carbon.

Fibrele de carbon pot fi achiziționate de asemenea și sub formă de țesături, ele prezintă rezistență la tensiune și deformare iar pe măsură ce se înregistrează creșteri la modulul de elasticitate, elongația și alungirea finală la rupere descresc. În Fig.2.10, se prezintă graficul tensiune-deformație specifică pentru câteva dintre cele mai utilizate fibre care intră în componența armăturilor materialelor compozite, unde a,b-fibra de carbon, c-fibra de kevlar 49, d- fibra S-glass, e-E-glass [Murariu, C., 2008]. Materialele care conțin fibre de carbon și grafit sunt utilizate și la realizarea tapițeriilor scaunelor de birou dar cel mai mult le regăsim la producerea huselor scaunelor pentru industria automotive.

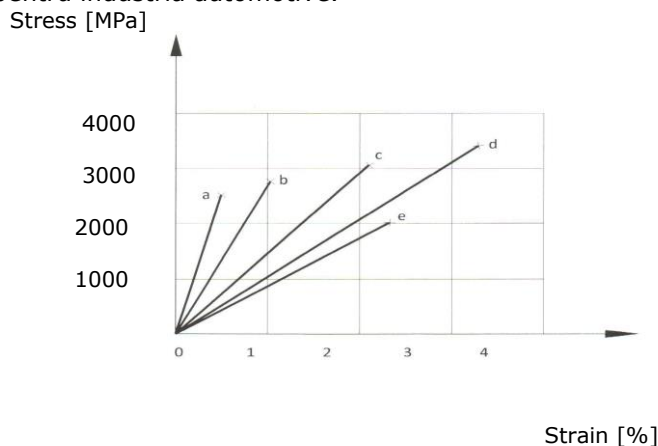


Fig. 2.10. Graficul tensiune-deformație specifică pentru fibre: a,b fibra de carbon; c-fibra de kevlar; d-fibra de S-glass, e-E-glass [Murariu, C., 2008]

Fibrele de carbon sub acțiunea unei solicitări sunt elastice dar în momentul ruperii comportamentul este casant.

Fibrele de grafit și cele de carbon sunt cu 30% mai scumpe decât fibrele de sticlă din cauza procesului lung de fabricație și costului mare al materiei prime.

În Fig. 2.11 este prezentat un exemplu de material țesut din fibre de carbon.

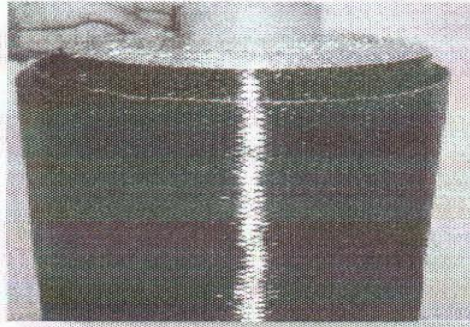


Fig. 2.11. Material țesut din fibre de carbon [Pilakoutas, K., 1999]

Fibrele de aramidă sunt fibre polimerice caracterizate de o rezistență foarte bună, datorită orientării lanțurilor polimerice de-a lungul axului fibrei. Aramida este o denumire pentru un grup de fibre organice ce sunt produse de două firme de renume Du Point (Kevlar) și Akzo Nobel (Twaron). Kevlarul este obținut prin extruderea cu molecule parțial orientate, această fibră este o poliamidă aromatică cu inele aromatice. Pe piață există mai multe tipuri de kevlar: kevlar 29 destinat materialelor compozite pentru impact și confort maxim, kevlar 49 pentru materiale plastice ranforsate, kevlar 149 cu caracteristici elastice mai bune dintre toate aramidele.

Fibrele de kevlar au o rezistență la compresiune mai mică cu 20% raportată la rezistența la tracțiune. Aceste proprietăți sunt foarte importante și face ca acest material compozit să fie rezistent la impact, deși rezistența scade odată cu creșterea temperaturii; acest material își păstrează 80% din proprietăți până la temperaturi de 180°C. Fibrele de kevlar absorb apa, sunt sensibile la radiațiile UV și sunt rezistente la acțiunea unui număr mare de substanțe chimice dar pot fi degradate de o serie de substanțe și acizi cu caracter alcalin.

Materialele compozite polimerice pot fi ranforsate fie cu fibre continue fie cu fibre discontinue. Dacă avem ranforsare unidirecțională cu fibre continue se consideră în general că majoritatea încărcării este distribuită și suportată pe direcția de orientare a fibrelor. Fibrele care sunt scurte și discontinue sunt obținute prin segmentarea fibrelor lungi sau sunt realizate în această formă pentru a putea fi reduse costurile. Direcționarea sau orientarea acestor fibre în planul ranforsării este considerată aleatorie, deci comportamentul acestora la încărcare este considerat izotrop. În cazul materialelor compozite care înglobează fibre în format discontinuu, rezistența la acțiunea mecanică este mai mică [Murariu, C., 2008].

Fibrele de bor sunt disponibile pentru a fi utilizate în compozite de înaltă performanță, totuși sunt mult mai scumpe decât cele prezentate anterior și mult mai puțin atractive datorită proprietăților mecanice. Filamentele de bor sunt obținute prin descompunerea compușilor de bor pe un filament de tungsten. Depunerea filamentelor de bor se face pe un substrat încălzit electric, cu un diametru de

12,5 $\mu$ m. La final diametrul acestui substrat va fi de 100, 140 sau 200  $\mu$ m. Fibrele scurte de bor pot fi regăsite și cu dimensiune mică.

Matricele ceramice, metalice și polimerice:

-dintre acestea pentru tapițerii prezintă interes matricele polimerice care pot fi de tip termoreactivi, termoplastici și elastomeri.

În funcție de forma catetelor, matricele polimerice se pot clasifica în catene macromoleculare liniare libere și catene macromoleculare ramificate. În Fig. 2.12 sunt prezentate schematic.

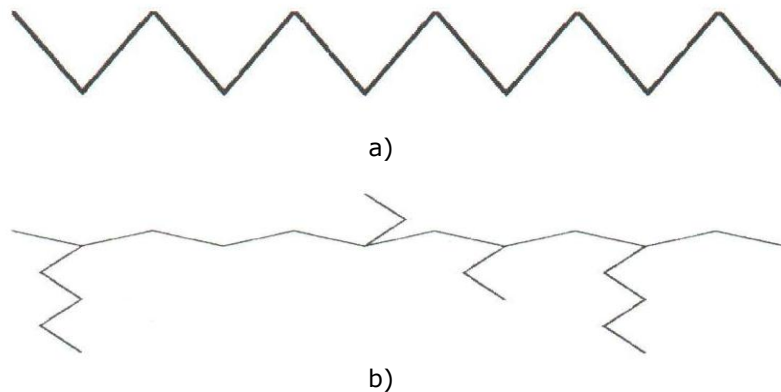


Fig.2.12. Reprezentarea schematică a matricelor polimerice: a-Catene macromoleculare liniare libere; b- Catene macromoleculare ramificate [Murariu, C., 2008]

### 2.3.1. Structura materialelor compozite-polimeri naturali-polimeri sintetici

Compozitele sunt materiale solide care conțin două sau mai multe faze. Termenul de compozit este de obicei atribuit acelor materiale în care se disting mai multe trepte sau faze separate, a căror proprietăți ca de pildă modulul de elasticitate, este modificat în comparație cu cel al materialelor omogene. Proprietățile materialelor compozite depind foarte mult de structura lor, iar la stabilirea acestor proprietăți pot fi luate în calcul mai multe aspecte:

- Forma părților care intră în componență;
- Frația de volum ocupată de aceste componente;
- Interacțiunile care apar la interfața părților componente din material.

Principalele părți componente introduse în structura materialului compozit se pot clasifica în particule fără dimensiuni longitudinale, fibre cu o singură dimensiune și discuri sau forme laminate cu două dimensiuni (Fig. 2.13 și 2.14).

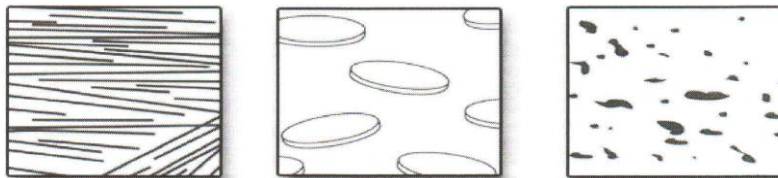


Fig. 2.13. Fibre reprezentative care participă la structura materialului compozit [Murariu, C., 2008]



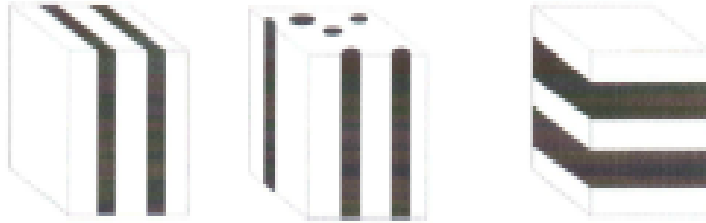


Fig. 2.14. Modele de structuri ale materialului compozit propuse de Voigt si Reuss [Murariu, C., 2008]

Părțile incluse într-un material compozit pot avea dimensiuni și forme variate, acestea putând fi: elipsoidale, poliedrale sau sferice. Dacă avem o fază care este reprezentată de cavități ovoidale umplute cu lichid sau aer, materialul compozit este cunoscut sub denumirea de „solid celular”, iar dacă celulele au forma poliedrală, atunci materialul este cunoscut sub forma de spumă și are aspectul de „fagure de miere”.

În imaginile modelelor din Fig. 2.14, zonele întunecate și cele luminoase, reprezintă cei doi constituenți ai materialului compozit. Dacă utilizăm aceste structuri elaborate de Voigt, putem determina elasticitatea materialului cu ajutorul modului lui Young  $E$ ; dat de rel. (2.1) [Murariu, C., 2008]:

$$E = E_i V_i + E_m (1 - V_i) \quad (2.1)$$

unde: -  $E_i$  - reprezintă modulul Young al constituentului inclus;

-  $V_i$  - este fracția volumetrică a constituentului inclus [%];

-  $E_m$  - reprezintă modulul Young al matricei.

Relația pentru elasticitate elaborată de Voigt, este considerată ca o regulă a amestecului. Calculul pentru structurile lui Reuss, a modului de elasticitate se poate realiza cu ajutorul rel. (2.2) [Murariu, C., 2008]:

$$E = \left[ \frac{V_i}{E_i} + (1 - V_i) / E_m \right]^{-1} \quad (2.2)$$

Dacă analizăm cele două modele observăm că există o influență a legăturilor din matrice, a componentilor asupra elasticității materialului compozit care are forma geometrică arbitrară.

Materialele compozite sunt anizotrope, această proprietate depinzând de direcția de orientare a constituenților în structura matricei. Dacă analizăm cele două modele structurale propuse de Reuss și Voigt observăm că forma laminatelor este aceeași, dar este diferită doar direcția de încărcare.

Anizotropia este o caracteristică foarte importantă a materialelor compozite, relația dintre tensiune ( $\sigma_{ij}$ ) și deformația specifică ( $\varepsilon_{hk}$ ) în aceste materiale este dată de legea lui Hooke, rel. (2.3) [Murariu, C., 2008]:

$$\sigma_{ij} = C_{ij}^{hk} \cdot \varepsilon_{hk} \quad (2.3)$$

$$i, j, k, h = 1, 2, 3$$

unde: -  $C_{ij}^{hk}$  este modulul de elasticitate a componentei;

- $\varepsilon_{hk}$  este deformația specifică;
- $i, j$  sunt cei doi constituenți ai materialului.

Un material izotrop are aceleași proprietăți, în orice direcție și aici sunt incluse solidele amorfe, metalele policristaline și materialele compozite în care constituenții sunt de mici dimensiuni și orientați aleator.

Aceste materiale anizotrope posedă o elasticitate ridicată și rezistența mare în comparație cu cele izotrope. Este foarte important să utilizăm materiale anizotrope doar atunci când cunoaștem direcția de aplicare a forței de comprimare sau întindere.

Principalul avantaj al utilizării compozitelor constă în posibilitatea acestora de a combina proprietățile fizice ale constituenților pentru a obține noi și noi funcționalități structurale.

Pentru următorii ani se așteaptă ca piețele materialelor compozite să migreze spre domeniile unde costul de producție reprezintă o limitare astăzi [Murariu, C., 2008].

Tendențele primordiale și îmbunătățirile care se așteaptă a fi în acest sector ale materialelor compozite pentru tapițerii sunt prezentate schematic în Fig. 2.15.

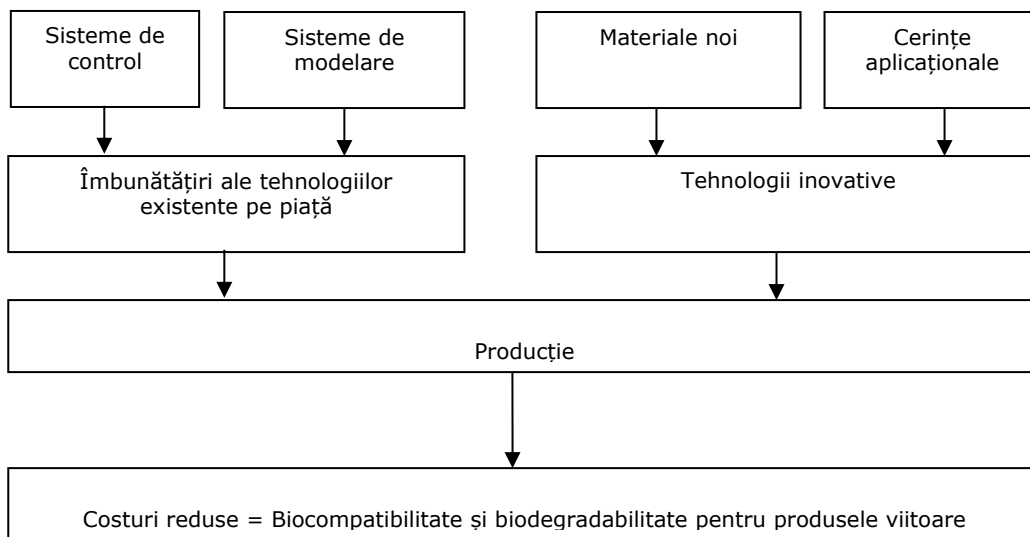


Fig. 2.15. Reprezentarea schematică privind tendințele de îmbunătățire ale materialelor compozite

Activitățile de cercetare în domeniul materialelor compozite trebuie să fie coordonate în așa fel încât să sporească în număr și de asemenea trebuie orientate către procesul de producție pentru a putea fi obținute constituenți cu performanțe îmbunătățite pentru a putea satisface proprietățile structurale și funcționale a parametrilor de utilizare a materialelor compozitelor.

Materialele composite textile utilizate în realizarea tapițeriilor sunt testate pentru a putea fi în concordanță cu cerințele pieței actuale ale consumatorilor, deoarece se caută atât materiale economice dar și care să posede proprietățile pieii naturale.

Fie că este vorba de fotolii, canapele sau scaune, pentru a crea un confort în utilizarea acestora, materialele composite sunt cercetate încă din faza de proiectare, dar și din faza de obținere a lor cu costuri de producție mici și de o calitate cât mai bună.

#### **2.4. Aspecte privind utilizarea înlocuitorilor din piele utilizați pentru tapițerii**

Materialele composite textile din înlocuitori de piele cu suport din tricot, sunt utilizate în industria mobilei la tapițarea scaunelor, fotoliilor, canapelelor și a somierelor. Părțile cele mai uzate ale acestor produse de mobilier tapițat sunt spătarele, zona de șezut dar în mod special zonele cu pliuri ale cotierelor (Fig.2.16. a-c). Aceste zone degradate sau „crăpate” apar după o anumită perioadă de timp, datorită expunerii unor factori mecanici, fizici, chimici și biologici.

În Fig. 2.16 a-b, se prezintă o imagine frontală a unui cotier de fotoliu tapițat cu un material sintetic comercial cunoscut sub denumirea de “Capranova Ciftip”, produs de Sahinler Tic. Ltd. Sti., Istanbul, Turcia, la care au apărut crăpături și exfolieri. Cotiera, așa cum rezultă din Fig. 2.16 a-b este sub formă cilindrică la partea superioară la care partea frontală a tapițerii este prevăzută cu pliuri. Aceste pliuri ale materialului sintetic utilizat în tapițare sunt realizate într-o zonă foarte frecvent solicitată a fotoliului, zonele de sprijin ale mâinilor sunt solicitate în procesul de așezare și ridicare de pe fotoliu precum și în timpul poziției așezat.

În Fig. 2.16-c se prezintă un detaliu a zonei de degradare a tapițerii. Se remarcă apariția crăpăturilor ramificate pe o lungime de circa 40 mm și o lățime a ramificațiilor de circa 10 mm. Evident această degradare prematură conduce în mod inevitabil la scoaterea din uz a mobilierului.



Fig. 2.16. Imagini cu zone degradate de tapițerii: a) imagine degradare pliu cotieră fotoliu, b) vedere de ansamblu cu cotiera degradată, c) imagine mărită pliu degradat.

Acești factori care duc la deteriorarea zonelor cele mai expuse ale tapițeriilor, sunt fie solicitările la rezistență ale materialului textil din înlocuitor de piele, date de calitatea și structura materialului textil; fie de numărul de solicitări la care este supus produsul respectiv. Pe lângă acestea mai sunt și factorii de natură biologică și fizică cum ar fi: secrețiile și transpirația umană care intră în contact cu materialul; radiațiile solare care modifică culoarea, textura și luciul materialului; temperatura mediului ambiant, etc.

Pentru a cerceta aceste aspecte de degradare sau deteriorare ale materialelor textile din înlocuitori de piele utilizați la tapițarea mobilierului, este necesar a se cunoaște structura și proprietățile acestor materiale, precum și factorii care conduc la astfel de degradări în vederea luării măsurilor care conduc la eliminarea apariției degradărilor premature.

### **2.4.1. Degradarea sau „îmbătrânirea” materialelor polimerice**

Îmbătrânirea materialelor polimerice sub acțiunea factorilor de mediu a căpătat în timp multiple ocupații ale unor noi științe, iar stabilirea rezistenței acestor materiale constă în urmărirea modificărilor fizico-chimice sau structurale produse prin expunerea acestora la principalii factori degradativi cu care acționează mediul înconjurător. Acești factori degenerativi sunt: lumina, căldura și umiditatea.

Se cunoaște faptul că factorii de mediu specificați produc efecte negative asupra materialelor polimerice, în ceea ce privește modificarea proprietăților de suprafață ale acestora (luciu, culoare), cu implicații nefavorabile asupra aspectului estetic al materialului, la degradarea lui până la deteriorarea proprietăților mecanice și apoi scurtarea prematură a duratei de folosință a produsului utilizat. Această degradare a materialelor polimerice reprezintă totalitatea proceselor complexe, a reacțiilor și a modificărilor care au loc în structura chimică, morfologia și în proprietățile poliuretanilor, sub acțiunea agenților care degradează. Ca rezultat al acestui proces de degradare rezultă produși care își păstrează caracterul macromolecular dar ale căror proprietăți fizice și chimice sunt modificate.

Aceste efecte ale degradării materialelor apar după o perioadă de timp, care are denumirea de perioadă de inducție și constă în modificarea tuturor proprietăților macroscopice ale poliuretanilor, urmată de dezintegrare. Perioada de inducție coincide cu timpul de viață al materialului sau produsului din poliuretan, acesta fiind considerat ca timpul până la 50% din proprietățile inițiale ale lui [Roșu, D.,2011].

Dacă se acționează cu 2 sau mai mulți agenți de degradare se observă o creștere a vitezei de îmbătrânire și implicit a scurtării timpului de viață a materialului. În evaluarea gradului de degradare atât la cea artificială cât și la cea biologică este foarte importantă structura chimică a polimerilor.

Evaluarea acestor factori de mediu și a efectului acestora asupra materialelor polimerice se poate realiza prin teste de laborator, de îmbătrânire accelerată dar și prin teste de îmbătrânire naturală. Producții de degradare depind de natura polimerului, de mecanismul de dezintegrare și de tipul aditivului care este prezent în material. Amestecurile care sunt realizate din polimeri naturali și polimeri sintetici reprezintă o clasă de materiale apărute cu aplicații ca biomateriale. Ele sunt utilizate datorită proprietăților mecanice superioare, ușurinței fabricării și a prețului de cost scăzut. Polimerii naturali, ca resurse pentru tapițerii și aplicații biomedicale și biotehnologice, au fost pe larg studiați, datorită unor proprietăți care îi fac unici de exemplu, netoxicitatea, degradabilitatea și compactitatea biologică. „Îmbătrânirea” reprezintă o denumire generică utilizată pentru a defini degradarea lentă a diferitelor materiale polimerice expuse la acțiunea factorilor de mediu.

Mecanismul acesta de degradare al polimerului depinde de tipul de material, dar și de factorii naturali cum ar fi: umiditatea, lumina solară, încălzirea și răcirea, agenții biologici, chimici și expunerea la vânt. Reacțiile care au loc sunt numite reacții fotochimice primare și au loc ca rezultat a activării macromoleculilor prin absorbția radiațiilor luminoase. În atmosfera inertă de azot sau argon există posibilitatea producerii unor reacții degenerative de tipul scindării macromoleculilor în timp ce în prezența aerului la această degradare participă oxigenul care este

capabil să înceapă procese foto-oxidative. Aceste procese de degradare foto-oxidativă ale polimerilor se desfășoară prin intermediari radicalici, desfășurându-se aproape de fiecare dată prin parcurgerea etapelor unui mecanism înlănțuit (Fig.2.17).

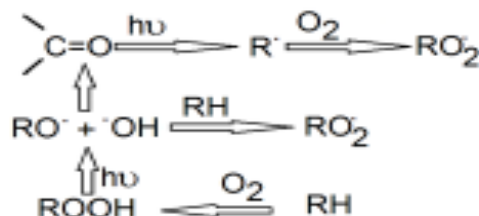


Fig. 2.17. Mecanismul de degradare foto-oxidativă a polimerilor [Roșu, D.,2011]

Cel mai bun și utilizat polimer este alcoolul polivinilic (PVA), care este un polimer cu caracteristici foarte bune (capacitate de formare a filmelor), proprietăți adezive și de emulsifiere, rezistența la uleiuri, lipsa mirosului, biodegradabilitate, compactitate și nu în ultimul rând netoxicitate. Materialele polimerice care au baza din PVA sunt destul de des supuse radiațiilor UV din spectrul luminii solare sau artificiale. Câteodată iradierea UV este folosită ca agent de reticulare pentru obținerea de noi materiale din amestecuri de polimeri. Radiațiile UV au fost folosite pentru obținerea unor filme ale amestecurilor de amidon și PVA. Dacă se încorporează lignina în filmele de PVA se mărește stabilitatea termică a acestuia și are un rol protectiv față de radiațiile ultraviolete. Se poate modifica stabilitatea fotochimică a acestui material de PVA dacă se încorporează cantități mici de cromofori care absorb o cantitate mare de radiații UV protejând astfel alcoolul polivinilic. Ciclodextrinele sunt oligozaharide ciclice naturale și semisintetice, cu o cavitate centrală hidrofobă, capabilă să includă diverse molecule de aceeași polaritate cu formarea unor complecși de incluziune. Cele mai importante aplicații ale acestora se datorează proprietăților de solubilizare și creștere a vitezei de dizolvare. Ciclodextrinele se prezintă sub formă de hidrați, conținând diverse cantități de apă, în funcție de modul de obținere și de condițiile de stocare. Analiza termogravimetrică și calometria diferențială dinamică reprezintă principalele metode și tehnici utilizate la caracterizarea fizico-chimică a acestor oligozaharide, precum și a complecșilor de incluziune. Aceste metode permit determinarea modificărilor de masă și de energie, împreună cu identificarea funcțională a probei și a structurii dar și a produșilor de descompunere. În general ciclodextrinele naturale au o comportare termică similară, diferențe apărând doar în ceea ce privește conținutul de apă, pierderea de masă la anumite valori de temperatură și degradarea termică. Această degradare termică a  $\beta$ -ciclodextrinei se realizează în trei etape:

1. Pierderea de apă care are loc începând de la temperatura camerei până la 120 °C, în funcție de anumite condiții în care are loc această determinare (condiții statice sau dinamice, creuzete cu capac)
2. Degradarea termică-însoțită de oxidarea în aer-proces ce începe peste 250°C în stare solidă și continuă în stare topită până la temperatura de 300°C.
3. Arderea în aer la temperaturi de peste 300°C.

Pentru a preîntâmpina degradarea compușilor macromoleculari în timpul utilizării lor, aceștia se amestecă cu aditivi, de obicei înainte de prelucrarea finală. În Tab.2.1. sunt prezentați câțiva aditivi corespunzători diferitelor procese de degradare [Roșu, D.,2011].

Tab. 2.1. Aditivi pentru stabilizarea polimerilor [Roșu, D.,2011].

Proces de degradare	Stabilizatori
termo-oxidativă	aditivi antioxidanți: amine aromatice, fenoli, tioli aromatici, negru de fum, hidrocarburi aromatice polinucleare
la lumină	aditivi (foto)stabilizatori: negru de fum, amine împiedicate steric, esteri, ecranarea luminii prin protejarea materialelor cu acoperiri protectoare.
Chimică	aditivi antioxidanți și alcalini, (antihidrolitici).
prin fisurare	plastifianți, aditivi antiozonizanți, antioxidanți.
Biologică	Agenți fungistatici, bacteriostatici

### 2.4.2. Metode de studiere a degradabilității materialelor polimere

În ultimii ani există o știință care studiază îmbătrânirea materialelor polimerice și a deplasat domeniul de cercetare de la simpla urmărire a modificărilor de proprietăți ce au loc sub acțiunea factorilor de mediu spre utilizarea tehnicilor moderne de investigații structurale: spectroscopie (IR) cu transformata Fourier (FTIR), spectroscopie de masă (MS), spectrometrie de rezonanță magnetică nucleară (<sup>1</sup>H-NMR), microscopie optică, electronică și de forță atomică cu ajutorul cărora se stabilesc unele mecanisme degradative.

Pentru a se putea asigura posibilitatea predicției duratei de viață a materialelor studiate, proiectarea de alte materiale durabile destinate unor condiții specifice de exploatare cu impact negativ asupra mediului înconjurător s-a apelat în timp la numeroase și sofisticate metode matematice. Modificările chimice ale materialelor polimerice au fost analizate atât în timpul îmbătrânirii naturale sau accelerate dar nu au fost standardizate așa cum este în cazul analizelor fizico-mecanice. Pentru a putea fi analizate aceste materiale din punct de vedere cantitativ și calitativ s-a folosit metoda FTIR, care permite analiza cu ajutorul unor spectre care sunt utilizate la urmărirea procesului de degradare foto-chimică și oxidativă a materialelor polimere [Roșu, D.,2011].

Utilizarea spectrometriei FTIR prezintă avantaje majore față de alte metode de investigare, astfel probele pentru testare sunt pregătite sub formă de pastile sau filme putând fi utilizate după efectuarea analizei și pentru alte investigații (de exemplu microscopie optică). Această metodă FTIR se poate extinde la studiul proceselor fotochimice de suprafață prin introducerea unei celule cu reflectanță totală atenuată, cu ajutorul acestei celule, radiațiile IR sunt lăsate să pătrundă la numai 20 μm în interiorul probei, iar caracterizarea se face cu rezoluție superioară. Spectrele IR înregistrate cu ajutorul unui aparat FTIR prevăcut cu celula cu reflectanță totală atenuată (ATR), permit identificarea și înregistrarea grupelor funcționale aflate în cantități localizate la suprafața probelor. Aceste procese fotooxidative ale materialelor polimerice sunt limitate la straturile de suprafață din cauza proceselor de difuzie a oxigenului și a penetrabilității reduse a radiațiilor UV în masa materialului testat. Rezultate importante au fost găsite cu privire la degradarea materialelor polimerice prin metodele FTIR și FTIR-ATR mai ales prin studierea mai atentă a regiunilor corespunzătoare grupelor carbonil și hidroxil. Se pot efectua comparații între intensitățile semnalelor din aceste regiuni cu ale altor semne (ex: grupe vinilice, amidice, straturi aromatice, etc). Valorile temperaturilor ridicate sunt utilizate frecvent pentru accelerarea proceselor de îmbătrânire a materialelor polimere. Modificarea masei unui material polimer în funcție de temperatură se realizează cu ajutorul unei analize termogravimetrică (TG). Pe o



termogramă se pot identifica una sau mai multe valori de temperatură  $T_{max}$  în funcție de numărul de etape de descompunere termică ale materialului polimer.

Din această analiză se pot obține date referitoare la: temperatura de început al descompunerii termice sau  $T_{onset}$  (temperatura cea mai joasă la care se identifică pierderi de masă),  $T_{max}$  (temperatura la care reacțiile de descompunere au loc la viteza maximă). Cu ajutorul unei curbe derivate (DTG) se identifică valorile temperaturii  $T_{max}$ , dar și valorile temperaturii finale  $T_{end}$ , definită ca fiind temperatura cea mai mică la care nu mai sunt înregistrate pierderi semnificative de masă și a rezidului rămas la sfârșitul perioadei de descompunere termică [Roșu, D.,2011].

Dacă se aplică simultan pe aceeași probă și folosind același instrument de măsură, calorimetria diferențiată dinamică (DSC) și termogravimetria (TG), se obțin informații suplimentare cu precizie mai mare față de situația în care aceste date ar fi fost înregistrate cu termograme separat. Analiza termică diferențială (DTA) este o tehnică termo-analitică similară cu DSC. Dacă cuplăm tehnica TG-DTA vom identifica procese care însoțesc degradarea termică a probei spre deosebire de tehnica TG-DSC care este recomandată a fi utilizată până atunci când începe degradarea termică a materialului din polimer.

Sub acțiunea radiațiilor UV, polimerii își modifică culoarea, iar cele mai cunoscute instrumente cu care se pot analiza variațiile de culoare sunt spectrofotometrele de reflexie și colorimetrele.

Pentru a putea aprecia modificările de culoare ale materialelor polimerice se utilizează sistemul CIEL\*a\*b\* [Roșu, D.,2011].

În acest sistem culorile care aparțin spectrului vizibil sunt exprimate pe trei axe perpendiculare într-un spațiu tridimensional. Fiecare culoare poate fi reprodusă prin combinarea parametrilor  $L^*$ ,  $a^*$  și  $b^*$ , unde ( $L^*$ ), este strălucirea care este o mărime adimensională care variază între limitele 100 și 0, valori ce corespund culorilor alb (100) și negru (0). Parametrii  $a^*$  și  $b^*$  sunt parametrii de culoare și sunt reprezentați de celelalte două axe orizontale perpendiculare, astfel factorul cromatic  $a^*$  descrie poziționarea culorii pe o scară ce variază între  $-a$ , valoare ce corespunde verdei pur, și  $+a$ , ce reprezintă culoarea roșu pur. Între timp factorul cromatic  $b^*$  poate varia de asemenea între aceleași limite dar valoarea  $-b$  semnifică albastru pur în timp ce  $+b$  reprezintă culoarea galben pur. Reprezentarea acestui sistem cromatic este (Fig. 2.18):

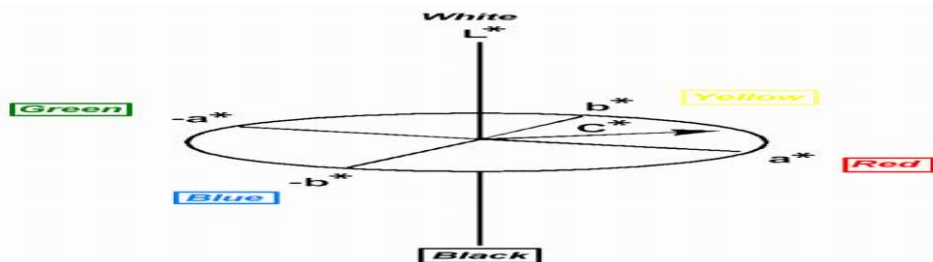


Fig. 2.18. Reprezentarea sistemului CIEL\*a\*b\* [Roșu, D.,2011]

Modificarea culorii indusă de îmbătrânire se poate calcula conform ASTM D2244 cu ajutorul unei rel. (2.4):



$$\Delta E_{ab} = \left[ (L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2 \right]^{1/2} \quad (2.4)$$

În relația (2.1) prin  $\Delta E$  s-a notat diferența de culoare, parametrii de culoare ai probei îmbătrânite prin indicii  $L_2^*$ ,  $a_2^*$  și  $b_2^*$ ; iar prin  $L_1^*$ ,  $a_1^*$  și  $b_1^*$ , parametrii de culoare ai probei inițiale. Indicele de îngălbenire ( $YI$ ), al unui material din polimer care a suferit un tratament fotochimic poate fi scris sub forma rel. (2.5):

$$YI = 142.86 \times \frac{b}{L} \quad (2.5)$$

Valorile acestui indice  $YI$  sunt utilizate în special pentru cuantificarea printr-un singur parametru a modificării culorii suprafețelor materialelor polimerice expuse la factorii de mediu, cum ar fi: lumina artificială, lumina solară, sau alți factori fizico-chimici care determină contaminarea sau degradarea suprafețelor materialelor.

Indicele gradului de alb se notează cu  $WI$ , și poate fi calculat cu ajutorul unor parametri care au rezultat din analiza culorii cu rel. (2.6) [Roșu, D.,2011]:

$$WI = 100 - \left[ (100 - L)^2 + a^2 + b^2 \right]^{1/2} \quad (2.6)$$

unde:  $L$  - strălucirea luminii analizate;

$a$  și  $b$  - parametri de culoare.

O altă proprietate a suprafețelor materialelor polimerice care se modifică sub acțiunea luminii este luciul. Luciul unui material din punct de vedere fizic este o mărime complexă ce se asociază cu proprietățile suprafeței materialului dar și cu modul cum suprafața modifică distribuția spațială a luminii reflectate. Pentru urmărirea modificărilor de luciul se folosesc instrumente care se numesc „gloss-metre”, ele măsoară intensitatea luminii ce se reflectă sub un anumit unghi de pe suprafața care este analizată. Unghiul radiației incidente poate fi de 20°, 60°, și 80°. Cel mai utilizat unghi pentru a putea fi făcute observații legate de luciul materialului este cel de 60°; odată cu îmbătrânirea fotochimică a materialului luciul suprafeței materialului de polimer scade.

Această scădere a luciului este în strânsă legătură cu mărirea rugozității suprafeței materialului analizat, iar modificările de luciul la nivelul suprafeței îmbătrânite se evaluează procentual  $G_r$  (%). Acest indice se numește retenția luciului și este raportul dintre luciul mostrei eșantion supuse îmbătrânirii ( $G_f$ ) și luciul eșantionului inițial ( $G_i$ ), rel. (2.7), [Roșu, D.,2011].

$$G_r(\%) = \frac{G_f}{G_i} \cdot 100 \quad (2.7)$$

Schema de funcționare a unui gloss-metru pentru o suprafață cu material din polimer (Fig. 2.19).



Fig. 2.19. Schema de principiu a unui aparat destinat măsurării lucii unei suprafețe [Roșu, D., 2011]

Datele experimentale obținute după folosirea metodelor de măsurare sunt caracterizate în funcție de timpul de expunere la radiațiile UV. De cele mai multe ori sunt prelucrate prin metoda celor mai mici pătrate pentru a stabili relații de calcul matematic între modificarea unor proprietăți ale materialului și timpul de îmbătrânire. După ce relația matematică este stabilită permite extrapolarea datelor la durate ulterioare măsurărilor în vederea prezicerii prin calcul a evoluției în timp a calităților materialului polimer. În acest fel se fac predicțiile referitoare la timpul de expunere necesar pentru a se ajunge la un anumit grad de modificare a proprietăților urmărite ale materialelor.

Studiile în vederea stabilirii de noi metode prin care să se asigure prezicerea duratei de viață a materialelor polimere cu grad înalt de degradare, în acest sens se urmărește o asigurare a durabilității produselor obținute din materiale polimere prin stabilizare precum și dezvoltarea de noi produse cu durată de viață extinsă în aplicații tehnice.

### 2.4.3. Considerații generale privind polimerii policlor-vinilici (PVC)

**Policlorura de vinil** (abr. **PVC**) este o substanță din categoria materialelor termoplastice care iau naștere prin polimerizarea (legarea) monomerilor de clorură de vinil ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ). PVC-ul este un solid incolor cu rezistență deosebită la apă, alcoolii, precum și acizi concentrați și alcali. În funcție de sistemul de polimerizare se deosebesc tipurile de PVC: (e) emulsie, (s) suspensie, (m) în masă, (sp) special, iar în funcție de utilizare: (g) uz general și (p) pentru paste. Polimerul se livrează uzual sub formă de pulbere, nestabilizat. Prelucrarea acestuia în produse finite se efectuează la o temperatură ridicată, care cauzează degradarea polimerului nestabilizat – degajare de clor, HCl, schimbare de culoare etc. Este necesară adăugarea de agenți de stabilizare, diverși aditivi cum ar fi: plastifianți, lubrifianți, coloranți, materiale de umplură s.a., ceea ce permite obținerea unei varietăți mari de produse, cu multiple proprietăți, printre care amintim: forme rigide formate fără plastifiant; forme semirigide cu 5-10% plastifiant; forme flexibile cu 10-60% plastifiant; plastisoli (paste); spume (expandate) și fibre monofilamentare.

Sunt două forme de polimeri PVC, „forma dură” și „forma moale” la care s-au adăugat stabilizatori. Forma moale cea mai răspândită este PVC-ul, adecvată prelucrărilor tehnice, și este forma care se aplică pe deșumea, sau în construcții la conductele din material plastic.

Tipuri de PVC cu utilizare largă sunt: policlorura de vinil rigidă (PVC-D); policlorura de vinil plastifiată (PVC-M); policlorura de vinil clorurată (PVC-C); copolimer clorură de vinil - acetat de vinil (VC/VAC); policlorura de viniliden (PVDC); poliacetatul de

vinil (PVAC); polivinil alcool (alcoolul polivinilic) (PVAL); polivinil butiral (PVB); polivinil-carbazol (PVK).

Principalele caracteristici ale materialului de tip PVC sunt:

- Rezistă la temperaturi ridicate de 60°C- 80°C (cu anumiți plastifianți) și scăzute de până la -40°C;
- Se aprinde greu și arde în continuare și după îndepărtarea flăcării;
- Arde cu flacără verde și strălucitoare;
- Miros specific de clor;
- Instabil la acetat de butyl, ulei de pin, petrol;
- Se pot adăuga aditivi pentru îmbunătățirea rezistenței la foc, la intemperii, și a transparenței;
- Versatilitate, claritate (transparența), ușor de amestecat, durabilitate, rezistență la grăsimi, caracteristici de curgere și proprietăți electrice stabile.

Policlorura de vinil, are o utilizare foarte largă și este utilizată tot mai frecvent ca înlocuitor de piele la tapițerii și industria încălțăminte.

#### **2.4.4. Considerații generale privind polimerii poliuretani (PU) flexibili**

**Poliuretanul (PU)** este un polimer care se obține prin condensarea polioliilor combinați cu poliisocianati. Toți poliuretanii au fost obținuți după o metodă comună: au fost produși printr-o reacție de poliadiție a diizocianatilor. Dacă se modifică chimic calitativ și cantitativ acești componenți ce alcătuiesc poliuretanul se pot obține materii prime pentru produse cum ar fi: elastomeri, adezivi și etanșanți de înaltă performanță, vopsele, fibre, produse de ambalare, componente de automobile, mobilier și multe alte aplicații, chiar și în medicină. Acest poliuretan acoperă o extrem de diversificată și de eterogenă familie de polimeri de bază de legături de uretan, cu o gamă largă de proprietăți și întrebuințări. Reacția denumită și poliadiție poate avea ca rezultat diferite materiale plastice: spume moi sau dure, flexibile sau rigide, materiale termorigide sau termoplastice. Producerea acestor spume de poliuretan se poate realiza atât prin mijloace mecanice, chimice cât și fizice [Delebecq, E., 2013].

Poliuretanii au fost dezvoltați în anul 1930 de către chimistul german Otto Bayer, la început au fost folosiți pentru aplicații militare, iar datorită proprietăților elastice foarte bune au fost foarte ușor răspândiți începând ca dispozitive pentru urechi, tălpi de pantofi, tapițerie, straturi-suport pentru mochetă, saltele.

Spumele poliuretane pot fi clasificate în două mari categorii: spume rigide și spume flexibile, care și ele în unele cazuri acestea pot fi divizate la rândul lor în spume flexibile și spume semi-flexibile (sau spume semi-rigide). Spumele semi-rigide și cele semi-flexibile se disting prin fenomenul de revenire rezultat în urma solicitării la compresiune. De exemplu, spumele semi-rigide, au o rigiditate mare, reziliență mică și revin complet la forma inițială după comprimare, ele mai sunt clasificate ca și spume flexibile. În contrast, spumele semi-rigide, prezintă o revenire incompletă, de aceea pot fi clasificate ca și spume rigide, [Landrock (1995), Ashyda (2007)].

Aceste spume pot fi realizate prin alegerea corectă a polioliului și poliisocianatului în ceea ce privește structura chimică, greutatea echivalentă și funcționalitatea lor. Polioliul pot fi considerați ca și un material din care se realizează spuma, iar poliisocianatul poate fi considerat agentul de îmbinare.

Spumele poliuretanică se clasifică în două categorii mari:

1. Spume poliuretanică rigide: a) Spume rigide;  
b) Spume semi-rigide;
2. Spume poliuretanică flexibile: a) Spume flexibile;  
b) Spume semi-flexibile.

Densitatea scăzută permite o proiectare ușoară a componentelor rigide asemenea structurilor de tip sandwich și a structurilor portabile mari. Acest tip de materiale au o conductibilitate termică foarte scăzută, ceea ce permite utilizarea acestora în număr tot mai mare la izolații termice. Rigiditatea scăzută face spumele ideale pentru o largă utilizare în domeniul amortizării (ciocnirilor), spumele elastomerice cu suport textil, de exemplu, sunt materialele standard utilizate pentru scaune, canapele, fotolii și scaune pentru industria automotive.

## **2.5. Considerații generale privind suportul din tricot ale materialelor compozite textile**

Materialele din înlocuitori de piele au ca suport un material textil din tricot. Apariția tricoturilor este atestată pentru prima dată de descoperirile arheologilor încă din secolul 13 î.e.n., ca fiind o îndeletnicire manuală. Cu timpul această îndeletnicire se transformă în meșteșug datorită nevoii de a produce ciorapi și mănuși, fiind o muncă a tricotorilor din Italia prin secolul al XIII-lea. Începând din anul 1589 și până în prezent această industrie a tricotajelor a cunoscut o evoluție spectaculoasă datorită apariției primelor mașini de tricotat manuale și apoi mecanizate, pentru a putea realiza o gamă largă de structuri tricotate cu o diversitate de aplicații în diferite domenii.

Suprafețele textile tricotate, au fost realizate în primul rând pentru confecționarea articolelor de îmbrăcăminte, care au asigurat unele funcții pentru corpul uman: de protecție împotriva factorilor externi, de creare a unor creații frumoase și armonioase atât estetic cât și coloristic dar nu în ultimul rând pentru realizarea confortului.

Odată cu dezvoltarea ramurilor activității umane, articolele textile tricotate au fost folosite ca articole decorative și de uz casnic, dar astăzi aceste materiale sunt folosite cu succes în toate sectoarele activității umane: industrie, armată, medicină, agricultură și sport. În ultima perioadă de timp numeroși cercetători caută să găsească noi aplicații, textilele înlocuind materialele tradiționale, costisitoare, greu de realizat din punct de vedere tehnic și de protecție a mediului înconjurător. Astfel au fost utilizate aceste tricoturi și în industria tapițeriilor atât ca material de bază dar și ca suport pentru diferite materiale din înlocuitori de piele.

### **2.5.1. Elemente generale ale tricoturilor. Clasificarea tricoturilor**

Materia primă din industria textilă se prezintă sub formă de fire filate sau filamentare, și stă la baza tuturor proceselor tehnologice de realizare a materialelor textile țesute sau tricotate.

Aceste materiale textile se prezintă sub formă de:

- a) Fibre (vată, vâl de fibre, pală);
- b) Fire (mono sau polifilamentare și fire filate);
- c) Structuri liniare sub formă de împletituri (frânghii, cabluri și șnururi);

- d) Structuri bi sau tridimensionale (tricoturi, țesături și materiale nețesute), [Comandar, C., 1996].

Definiția tricotelui [Hagiu, E., 1983]: **Tricotul** este un produs textil, format din ochiuri legate între ele, dispuse sub formă de șiruri și rânduri. Acest material textil este un produs obținut pe cale mecanică prin buclarea succesivă a unui fir sau a mai multor fire alimentate la mașina de tricotate în paralel, în cazul când se formează tricot din bătătură (Fig.2.20-a), sau prin buclarea simultană a mai multor sisteme de fire din urzeală, când rezultă un tricot din urzeală (Fig.2.20-b).

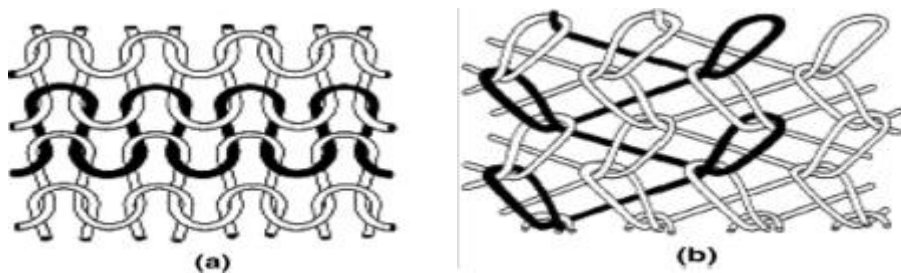


Fig.2.20. Tricoturi: a-Tricot din bătătură (simplu); b-Tricot din urzeală [Comandar, C., 1996]

Firele din structura tricotate se pot asemăna cu niște corpuri cilindrice drepte, care datorită buclării sunt încovoiate, succesiv și simultan. În realizarea structurii tricotate, se identifică un element de bază, numit ochi de tricot și care are un caracter de repetabilitate atât pe orizontală cât și pe verticală.

Acest element are forme diferite în funcție de tipul tricotelui și se obține prin procedee mecanice și manuale care au în componență mai multe faze de formare într-o anumită succesiune. Structural, noțiunile care caracterizează un material din tricot, sunt prezentate în schema din Fig.2.21.

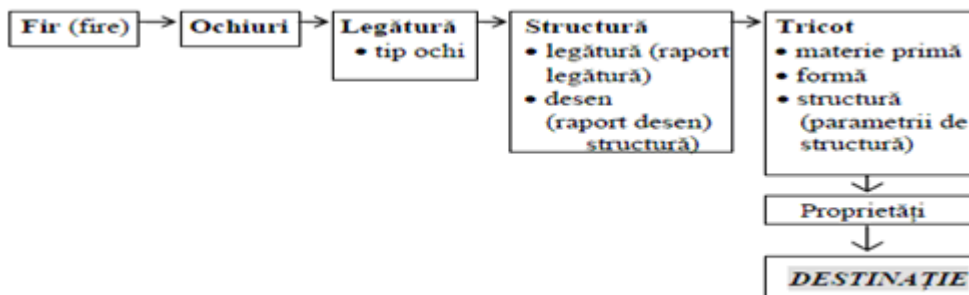


Fig.2.21. Structura realizării unui material textil din tricot [Comandar, C., 1996]

Dacă este analizat din punct de vedere fizic, tricotel se caracterizează prin: materia primă utilizată la tricotare; forma obținută prin tricotare; parametrii și structura tricotelui. Evoluția firelor sau a firului pe o anumită direcție de tricotare conferă materialului tricotate proprietăți elastice.

**Clasificarea tricotelor** se poate face după mai multe criterii: după destinație; după materia primă folosită; după forma obținută pe mașina de tricotel; după structura tricotelului realizat și după proprietățile specifice tricotelului.

După destinația pentru care au fost proiectate, tricotelurile se pot clasifica în: articole pentru îmbrăcăminte; articole de uz casnic și decorative; articole medicale și articole tehnice.

În funcție de materia primă tricotelurile se pot clasifica astfel: natura și tipul firului care se tricotează; finețea firului sau a firelor; compoziția fibroasă a firului care se tricotează; numărul de fire alimentate în paralel la mașina de tricotel; caracteristicile de filare; tratamentele aplicate firelor; calitatea firelor și culoarea acestora.

Principalele tipuri de fire care sunt utilizate în tricotaje sunt:

**1. Fire naturale** → *vegetale*: bumbac (Co), in (Fi), cânepă (Ha).

→ *animale*: lână (Wo), mătase (S)

**2. Fire chimice:** a) *artificiale* → celulozice: vâscoză (CV), cupro (CC)

→ proteice

b) *sintetice* → heterocatenare: poliamidă (PA), poliester (PE), poliuretan (PUR);

→ carbocatenare: a) polivinilice: poacrilonitrilice; Policlovinilice (PVC);

b) poliolefine: polietilenă (PE), polipropilenă (PP);

**3. Fire minerale, metalice:** sticlă (GL).

În funcție de numărul de fire care evoluează, ochiurile de tricotel sunt realizate din fire simple, fire duble sau chiar mai multe fire. Finețea firelor este măsurată în: număr metric ( $N_m$ ), titlul în texi ( $T_{tex}$ ), titlul în denier ( $T_{den}$ ), așa cum sunt prezentate în rel. (2.8), (2.9) și (2.10).

$$N_m = \frac{L(m)}{M(g)} \quad (2.8)$$

$$T_{tex} = \frac{M(g)}{L(1000m)} \quad (2.9)$$

$$T_{den} = \frac{M(g)}{L(9000m)} \quad (2.10)$$

unde: -  $L(m)$  - lungimea firului;

-  $M(g)$  - masa firului;

-  $L(1000m)$  - lungimea firului în 1000 m;

-  $L(9000m)$  - lungimea firului în 9000m.

Din punct de vedere al compoziției fibroase pentru tricotelare se pot folosi fire dintr-o singură natură adică 100%, sau fire în amestec (50%+50%; 33%+67%; 40%+60%). Potrivit caracteristicilor de filare și a tratamentelor aplicate firelor

## 2.5 - Considerații generale privind suportul din tricot ale materialelor compozite textile 47

pentru tricotare, putem enumera: fire pieptănate, fire mercerizate, texturate, monofilamentare sau cu alte caracteristici de filare sau tratamente de finisare. Culoarea firelor poate fi naturală, sau conform unui cod de culoare din catalogul furnizorului; iar calitatea firelor este conform unor norme, sau a codului de culoare din catalog, sau în funcție de comanda dată de client.

Principalele forme de tricot care se pot obține pe mașinile de tricotat sunt:

- Metraj (plan, tubular și tridimensional);
- Panouri (tricotate în lanț): plane cu lățime constantă, plane semiconturate, tubulare și tubulare conturate spațial;
- Repere plane și repere tubulare conturate, sunt bucăți tricotate bucată cu bucată;
- Produse tricotate complet (cu conturare spațială sau plană).

Tricoturile metraj realizate tridimensional prezintă valori considerabile în ceea ce privește grosimea, în raport cu diametrul firului folosit, iar tricoturile plane au grosimea aceeași cu diametrul firului tricotat. Se pot obține prin tricotare anumite forme dacă se introduc modificări de evoluție a firelor în unele zone sau prin alegerea unei structuri care poate dicta forma tricotului. Așa apare necesitatea studierii structurii tricotului și apoi structura în conexiune cu forma acestuia.

### **2.5.2. Proprietăți generale ale tricoturilor**

Pentru a putea fi utilizate în cât mai diverse scopuri și pentru cât mai diverse destinații, tricoturile trebuie să posede o serie de proprietăți specifice, care sunt dependente în cea mai mare măsură de: materia primă utilizată; structura și parametrii de structură ai tricotului; regimul de finisare aplicat la finalul procesului de tricotare.

Structura poate conduce la obținerea unor tricoturi stabile, elastice, de la forme plane până la tridimensionale și tubulare. Factorii care acționează asupra materialului textil tricotat sunt multipli de aceea este necesară o ierarhizare a proprietăților tricotului în patru grupe importante [Hagiu, 1983]:

1. Proprietăți mecanice, determinate în totalitate de acțiunea diferitelor solicitări la care este supus tricotul, (Tab.2.2).

2. Proprietăți definite în raport cu acțiunea tuturor proceselor la care pot fi supuse materialele textile tricotate atât în timpul procesului de tricotare cât și în procesele de confecționare și finisare, (Tab.2.3).

3. Proprietăți fizice caracterizate de geometria și aspectul produsului textil tricotat, (Tab.2.4).

4. Proprietăți care sunt definite de acțiunea singulară a unor factori fizici, chimici sau biologici, (Tab.2.5).



Tab.2.2. Proprietăți mecanice ale tricotului

<b>Nr.crt.</b>	<b>Tipul solicitării</b>	<b>Proprietatea mecanică</b>
1	Tracțiune	Rezistența și alungirea la tracțiune
2	Încovoiere (flexiune, îndoire)	Rigiditatea la încovoiere
3	Compresiune	Rezistența la compresiune
4	Întindere bidirecțională	Rezistența și alungirea generală
5	Întindere multidirecțională	Rezistența și alungirea la străpungere; Rezistența la plesnire
6	Frecare	Rezistența la frecare, efectul Pilling
7	Întindere-relaxare (solicitare ciclică)	Rezistența la oboseală

Tab.2.3. Proprietăți ale tricotului în raport cu acțiunea unor procese

<b>Nr.crt.</b>	<b>Tip proces</b>	<b>Factori</b>	<b>Proprietatea</b>
1	Spălare	Apă, temperatură, detergenți	Rezistența la spălare
2	Uscare	Umiditate, temperatură, viteză aer	Viteza de uscare
3	Călcare	Temperatură, presiune, umiditate, durată	Rezistența la călcat
4	Curățire	Substanțe chimice, temperatură	Rezistența la curățire chimică
5	Putrezire	Apă, sol, microorganisme	Rezistența la putrezire
6	Filtrare	Particule, presiune, temperatură	Capacitatea de filtrare, separare
7	Sterilizare	Temperatură, substanțe chimice	Capacitatea de sterilizare
8	Procese biologice	Factori biologici, fizici, chimici, mecanici	Capacitatea de a interacționa cu organismul uman

2.5 - Considerații generale privind suportul din tricot ale materialelor compozite textile 49

Tab.2.4. Proprietăți fizice ale tricotului

<b>Nr. Crt.</b>	<b>Proprietatea fizică</b>	<b>Simbol</b>	<b>U.M</b>
1	Lungimea	Lt	m
2	Lățimea	lt	m
3	Grosimea	gt	mm
4	Densitatea aparentă	$\rho_a$	g/cm <sup>3</sup>
5	Voluminozitatea	V	cm <sup>3</sup> /g
6	Compactitatea	Ct	%
7	Porozitatea	P	%

Tab.2.5. Proprietăți ale tricotului în raport cu acțiunea unor factori

<b>Nr.crt.</b>	<b>Factor de acțiune</b>	<b>Proprietate</b>
1	Apă (vapori)	Permeabilitate la apă
2		Higroscopicitate
3		Hidrofilie
4	Aer	Permeabilitatea la aer
5	Căldură	Conductibilitate termică
6		Capacitate de izolare termică
7		Termostabilitate
8	Temperaturi extreme (înalte/joase)	Rezistență la temperaturi extreme
9		Stabilitate la temperaturi extreme
10	Flacără	Rezistență la aprindere
11		Viteză de propagare a arderii
12	Curent electric	Rezistivitate electrică
13		Capacitate de izolare electrică
14		Rezistență la lumină
15	Lumină	Transparentă, opacitate
16		Luciu
17	Sunet (zgomot)	Capacitate de izolare fonică
18	Intemperii	Rezistență la intemperii
19	Praf, impurități	Capacitate de atragere a prafului
20	Substanțe chimice	Rezistență la diferite substanțe chimice
21	Miros	Capacitate de a absorbi mirosul

Se pot face următoarele precizări [Hagiu, E., 1983]:

1. Solicitările mecanice aplicate materialelor textile din tricot sunt însoțite de deformații, comportarea acestor materiale încadrându-se în domeniul mecanicii mediului continuu deformabil; această problemă a deformabilității se poate pune în cazul oricărui tip de solicitare fie că este mecanică sau de altă natură.

Proprietățile mecanice care reflectă comportamentul materialului textil la diverse solicitări mecanice sunt: deformabilitatea, rigiditatea și elasticitatea.

2. În denumirea proprietăților enumerate anterior intervin noțiunile de "stabilitate", "rezistență", "capacitate", al căror sens trebuie explicat pentru a înlesni înțelegerea proprietăților materialului textil tricotat.

Stabilitatea este proprietatea materialelor textile de a-și păstra în timp forma și dimensiunile, [Hagiu, E., 1983].

Rezistența este proprietatea materialelor textile de a nu se rupe și de a nu avea deformații exagerat de mari, [Hagiu, E., 1983].

Capacitatea este proprietatea materialelor textile de a produce un anumit efect sau de a suferi o anumită transformare, [Hagiu, E., 1983].

Astfel, în cazul articolelor tricotate pentru diferite destinații, în special cele utilizate ca suport pentru înlocuitorii de piele cu matrice polimerică utilizați la tapițerii; condițiile de exploatare sunt dintre cele mai diverse, atât longitudinal cât și transversal.

Din această cauză se impune precizarea cerințelor de utilizare, iar pe de altă parte, permite stabilirea principalelor proprietăți care trebuie investigate, iar clasificarea prezentată anterior oferă informații de ansamblu asupra proprietăților materialelor textile tricotate și este utilă în activitatea de proiectare a articolelor.

### 2.5.3. Proprietăți fizico-mecanice

Pentru a putea utiliza produsele tricotate, este foarte importantă cunoașterea valorilor limită ale rezistențelor și alungirilor la tracțiune. Valorile de rezistență care sunt impuse de client sunt înscrise în normele de produs și constituie un indicator al calității produselor. Cele mai importante și cele mai des întâlnite dintre solicitările mecanice ale materialelor textile tricotate sunt cele de întindere în lungimea, respectiv în lățimea tricotului.

Atunci când sunt aplicate axial aceste forțe determină deformarea materialului tricotat pe direcția respectivă. Dacă forța de tracțiune aplicată materialului textil tricotat crește continuu până la ruperea acestuia, această mărime reprezintă forța necesară ruperii. Dacă se modelează comportarea tricotului la întinderea în lungime, respectiv în lățime se pot stabili prin calcul valorile alungirii și sarcinii la rupere, în anumite ipoteze de dispunere a elementelor structurii tricotate.

Forța de tracțiune aplicată asupra unui tricot, atât în lățime cât și în lungime este echilibrată de tensiunile  $p_f$  care apar în elementele structurii tricotate. Valorile acestor tensiuni, depind de poziția elementelor structurii tricotate în raport cu direcția forței de tracțiune și de mărimea forțelor de frecare din punctele de legare [Hagiu, E., 1983].

Ipotezele de calcul se referă la distribuția uniformă a tensiunilor aplicate asupra elementelor structurii și neglijarea forțelor de frecare dintre firele care sunt în structura tricotată. În aceste ipoteze, rezistența la rupere în lungime,  $P_L$ , respectiv lățime,  $P_l$  se calculează ca sumă a proiecțiilor tensiunilor  $p_f$  în direcția considerată, cu ajutorul rel. (2.11) și (2.12):

$$P_L = \sum_{i=1}^m p_{fi} \cdot \cos \alpha_i \quad (2.11)$$

$$P_l = \sum_{k=1}^n p_{fk} \cdot \cos \alpha_k \quad (2.12)$$

unde: -  $p_{fi}$  este forța elementară a firului de ordin  $i$ ;

- $p_{fk}$  este forța elementară a firului de ordin  $k$ ;
- $\alpha_i$  unghiul de măsurare a elementelor de indice  $i$ ;
- $\alpha_k$  unghiul de măsurare a elementelor de indice  $k$ .
- $i$  firul de ordin  $i$ ;
- $k$  firul de ordin  $k$ ;

-  $m$  și  $n$  - numărul de elemente care participă la solicitarea în lungime, respectiv în lățime.

Dacă se acționează asupra unui material textil din tricot cu anumite forțe atât în lățime cât și în lungime acesta se deformează. Aceste deformații relative la rupere în lungime ( $\delta_L$ ), respectiv lățime ( $\delta_l$ ) se calculează cu rel. (2.13) și (2.14):

$$\delta_L = \frac{B_{\max} - B}{B} \cdot 100[\%] \quad (2.13)$$

$$\delta_l = \frac{A_{\max} - A}{A} \cdot 100[\%] \quad (2.14)$$

unde: -  $B$  este înălțimea ochiului de tricot;

- $B_{\max}$  este înălțimea maximă a ochiului de tricot în stare întinsă;
- $A$  este pasul ochiului de tricot;
- $A_{\max}$  este pasul maxim al ochiului de tricot în stare întinsă.

Înălțimea maximă,  $B_{\max}$  și pasul maxim,  $A_{\max}$  se pot stabili pe baza unor relații în funcție de structura tricotată și dispunerea elementelor în stare întinsă, în următoarele ipoteze:

1. Lungimea firului dintr-un ochi se modifică odată cu alungirea la rupere a firului,  $\delta_l$  și apoi se redistribuie între elementele structurii tricotate în funcție de direcția solicitării;
2. Diametrul firului care este tricotat se modifică de la diametrul firului în stare liberă,  $F$  la diametrul firului în stare întinsă,  $f$ ;
3. Secțiunea firului în punctele de legare nu se modifică;
4. Elementele structurii tricotate se deformează în timp proporțional cu unghiurile formate de direcțiile lor cu direcția efortului care realizează deformarea.

Firul pentru a putea fi transformat în ochi, este solicitat la încovoiere, și din această cauză se manifestă o rigiditate la încovoiere, care se poate calcula cu rel. (2.15):

$$R = E \cdot I_z \quad (2.15)$$

unde:  $R$  - este rigiditatea la încovoiere, [N·m];  
 $E$  - modulul de elasticitate longitudinală, [N/mm<sup>2</sup>];  
 $I_z$  - momentul de inerție, [mm<sup>4</sup>].

În timp ce modulul de elasticitate este o caracteristică de material, momentul de inerție depinde de forma structurii tricotate, pentru secțiunile dreptunghiulare este dată de rel. (2.16).

$$I_z = \frac{l_t \cdot g^3}{12} \quad (2.16)$$

în care  $l_t$  - este lățimea tricotului, [mm];  
 $g$  - este grosimea tricotului, [mm].

Dacă produsul  $E \cdot I_z$  are valori mari, atunci rigiditatea tricotului este mai mare, ceea ce poate avea consecințe negative asupra prelucrabilității tricotului și asupra capacității de modelare.

Tricoturile sunt cu atât mai bune cu cât au o rezistență mai mare la tracțiune și o rigiditate la încovoiere mai mică (o flexibilitate mai mare).

### Concluzii

Materialele înlocuitori de piele sunt tot mai frecvent utilizate în multe sectoare de activitate datorită costului de producție mai redus în comparație cu materialele din piele naturală.

- Principala provocare cu care se confruntă cercetătorii este îmbunătățirea tehnologiilor de fabricare a acestor materiale compozite, în ceea ce privește suportul materialului tricotat și materia primă din care este realizat pe de o parte, dar și compoziția matricei polimerului care are anumite caracteristici și proprietăți, pe de altă parte. Analiza acestor materiale începând din faza de proiectare, realizare tehnologică și întreținere în diferite industrii, face obiectul multor studii de cercetare efectuate de-a lungul anilor.

- Durabilitatea materialelor din înlocuitori de piele, a fost, este și va fi mereu o problemă de analiză și cercetare continuă, din toate punctele de vedere. Toți producătorii de materiale, cei care prelucrează aceste materiale în realizarea tapițeriilor pentru canapele, fotolii și scaune dar și consumatorii de aceste produse vor dori produse care să reziste și să fie durabile o perioadă cât mai lungă de timp.

- Producătorii de înlocuitori de piele sintetică abordează insuficient problema durabilității acestor materiale cu luarea în considerație a factorilor ambientali și mediu în combinație cu solicitările mecanice în timp.

- Problema degradării materialelor din înlocuitori de piele este cercetată atât din punct de vedere al degradării sub acțiunea radiațiilor ultraviolete, a degradării sub acțiunea diferențelor de temperatură, a tuturor factorilor care intervin în procesul de utilizare al produselor tapițate. În industrie se fac o mulțime de încercări care sunt fie de natură mecanică, fizico-mecanică sau chimică, pentru a se putea observa unde și când apar aceste procese de deteriorare a materialelor.

- Îmbătrânirea materialelor compozite polimerice sub acțiunea factorilor de mediu a dat naștere unor cercetări pentru mai multe domenii de activitate. Stabilirea rezistenței acestor materiale compozite constă în urmărirea modificărilor care apar la proprietățile fizico-chimice sau structurale produse prin expunerea acestor materiale la principalii factori degradativi cu care acționează mediul

## 2.5 - Considerații generale privind suportul din tricot ale materialelor compozite textile 53

înconjurător (lumina puternică, umiditatea și căldura excesivă). Se cunoaște că acești factori de mediu specificați produc o serie de efecte negative asupra materialelor prin modificarea culorii și a luciului materialului care are efecte nefavorabile asupra aspectului estetic dar și de design al suprafeței materialului ceea ce conduce la scurtarea duratei de viață a produsului utilizat de consumatori.

- Degradarea sau îmbătrânirea materialelor compozite polimerice sunt un rezultat dat de reacțiile care au loc în structura chimică dar și în proprietățile polimerilor care intră în componența matricei materialului compozit. Degradarea materialelor polimerice poate fi cercetată mult timp de acum înainte deoarece, apar noi și noi materiale pe piața înlocuitorilor de piele, dar și noi modele de tapițerii care trebuie să fie în ton cu cerințele modei în materie de produse de mobilier dar și de cerințele consumatorilor de mobilă.

- Abordarea degradării dar și a duratei de viață a înlocuitorilor de piele este o direcție de cercetare de actualitate care are în vedere o serie de proprietăți ale materialelor componente cu matrice polimerică, factori de exploatare.

- Tema de cercetare este multidisciplinară și vizează domeniile mecanicii materialelor, materiale textile și înlocuitori de piele, materiale compozite și tehnologie chimică.

### **3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND PROPRIETĂȚILE MECANICE ȘI ELASTICE ALE ÎNLOCUITORILOR DE PIELE**

#### **3.1. Considerații generale privind utilizarea înlocuitorilor de piele**

În ultimii ani, tehnologiile de fabricație pentru materiile prime textile din înlocuitori de piele utilizate în industrie au cunoscut o dezvoltare foarte mare. Principalele materiale din înlocuitori de piele cu suport textil, care sunt utilizați sunt cele care au fața din poliuretan (PU) și policlorură de vinil (PVC), iar suportul este un material tricotat cu structură glat. Produsele acoperite de piele sintetică PU sunt utilizate la fabricarea de articole de îmbrăcăminte, încălțăminte, articole tehnice, medicale, tapițerie pentru mobilă sau pentru scaune auto [Coastache, T., 2012]. Poliuretanii sunt compuși poliadiție, formați de glicol și hexametildiizocianat și sunt folosiți pentru fabricarea filmelor neinflamabile și insolubile. Acești polimeri au o stabilitate ridicată la acțiunea aerului, acizi și baze. Lacurile din poliuretan pot fi consolidate la temperatura camerei și au aderență mare la textile, hârtie, piele, cauciuc, etc. Lacurile pot fi colorate, au luciu ridicat, sunt rezistente la intemperii sau la temperaturi joase și nu au permeabilitate la aer. Proprietățile mecanice ale pieilor sintetice, care sunt acoperite cu poliuretan au fost analizate din punctul de vedere al preferințelor consumatorului în special la articolele de modă [Eui, K., R., 2013; Milasiene, D., 2007; Bubnyte, K., 2007]. Proprietățile mecanice ale acestor materiale textile din înlocuitori de piele sunt mai mult sau mai puțin similare cu pielea naturală, dar au proprietăți bune cu privire la aspectul tehnic, estetic, tușeu și rezistență.

În urma investigării proprietăților mecanice ale pieilor sintetice PU, s-a constatat că pieile sintetice au fost preferate de consumatori pentru articole de îmbrăcăminte, datorită compresibilității și a flexibilității acestora. Pentru articole de marochinărie, de exemplu portmonee, sunt preferate acele piei sintetice PU cu o elasticitate excelentă la compresiune; pentru geți și poșete sunt preferate cele care au fost deformată la compresiune și nu sunt ușor de întins. Pentru mobilier sunt preferate cele care au o suprafață netedă, sunt moi și flexibile. În concordanță cu proprietățile mecanice au fost analizate și proprietățile chimice, dar și parametrii de bază ai structurii tricotate.

Când este vorba de calitatea produselor realizate din înlocuitori de piele, pe lângă proprietățile fizico-mecanice, sunt foarte importante și calitatea cusăturilor, a îmbinărilor de detalii din piele sintetică. Față de caracteristicile ergonomice ale scaunelor de mașină este important ca pasagerul să nu simtă oboseala în organism, ca urmare a stării de disconfort care apare după o perioadă de timp de condus autovehiculul, trebuie să existe un contact plăcut între corp și scaunul mașinii realizat din material din piele sintetică [Ujevic, D., 2009]. Materialul neșesut care se află în interiorul scaunului de mașină este utilizat pentru alinierea componentelor solide ale autovehiculului.

Materialul exterior al scaunului, este în contact cu corpul și trebuie să aibă, de asemenea, estetică bună, rezistență la abraziune și tenacitate. Acest material trebuie să fie ignifug, rezistent la razele ultraviolete ale soarelui și ar trebui să aibă



o rezistență stabilă la lucrări de finisare. Stabilitatea materialelor de tapițerie poate fi îmbunătățită cu țesute laminate sau material tricotat, care este obținut prin aderarea termică. Acest proces de aderare termică a materialelor tricotate sau țesute cu spumă poliuretanică pe partea din spate a pielii sintetice, se realizează prin acoperirea unui strat subțire de adeziv uscat la o temperatură ridicată, care interacționează bine cu suprafața țesăturii și asigură o stabilitate ridicată iar rezistența pieii sintetice este conferită de elasticitatea tricotului [Skornyakov, A., K., 2012]. Față de aceste avantaje, sunt și dezavantaje ale utilizării acestor materiale din înlocuitori de piele, printre acestea putem enumera durabilitate de viață mai mică comparativ cu produsele realizate din piele naturală. Această durabilitate redusă este determinată de fenomenele de degradare mecanică cauzate de cusături, dar și de zona cu pliurile aflate la cotiarele fotoliilor sau canapelelor. Creșterea durabilității produselor fabricate din înlocuitori de piele necesită un studiu complex de fenomene care necesită cunoașterea proprietăților mecanice ale acestor materiale.

### **3.1.a. Cercetări experimentale privind proprietățile mecanice ale pielii sintetice din poliuretan**

Cunoașterea proprietăților mecanice ale pielii sintetice din poliuretan reprezintă o etapă importantă în alegerea soluțiilor de realizarea diverselor tapițerii de produse de largă utilizare. În acest sens s-a ales pentru testare un material produs în industrie prin procedee de coagulare umede, care includ o rășină poliuretanică pe materialul de bază din tricot și acoperit cu spumă poliuretanică. Materialul testat are în componență spumă poliuretanică, iar fibrele care intră în structura materialului tricotat are: 65% poliester și 35% bumbac. Materialul tricotat care este suportul pieii artificiale, a fost analizat din punct de vedere structural și are următorii parametri: pasul ochiului (A) este 0,57 mm; înălțimea ochiului (B) este 1,44 mm, și diametrul firului (F) de 0,02 mm, Fig.3.4. Materialul are greutatea specifică  $\gamma = 584.57 \text{ g/m}^2$ , masa fibră=0,0061 g, masa PU=0,051 g și grosimea materialului de 1 mm.

Pentru acest material au fost determinate următoarele caracteristici: rezistența la tracțiune maximă, alungirea la rupere, tracțiunea, modulul de elasticitate, modulul lui Poisson.

Probele de material au fost detașate în funcție de rândul de ochiuri tricotat, la 4 unghiuri diferite (0°, 30°, 60° and 90°), (Fig.3.1) conform ASTM D 4000-00 (Standard Classification System for Specifying Plastic Materials), Fig.3.2, și Fig.3.3.

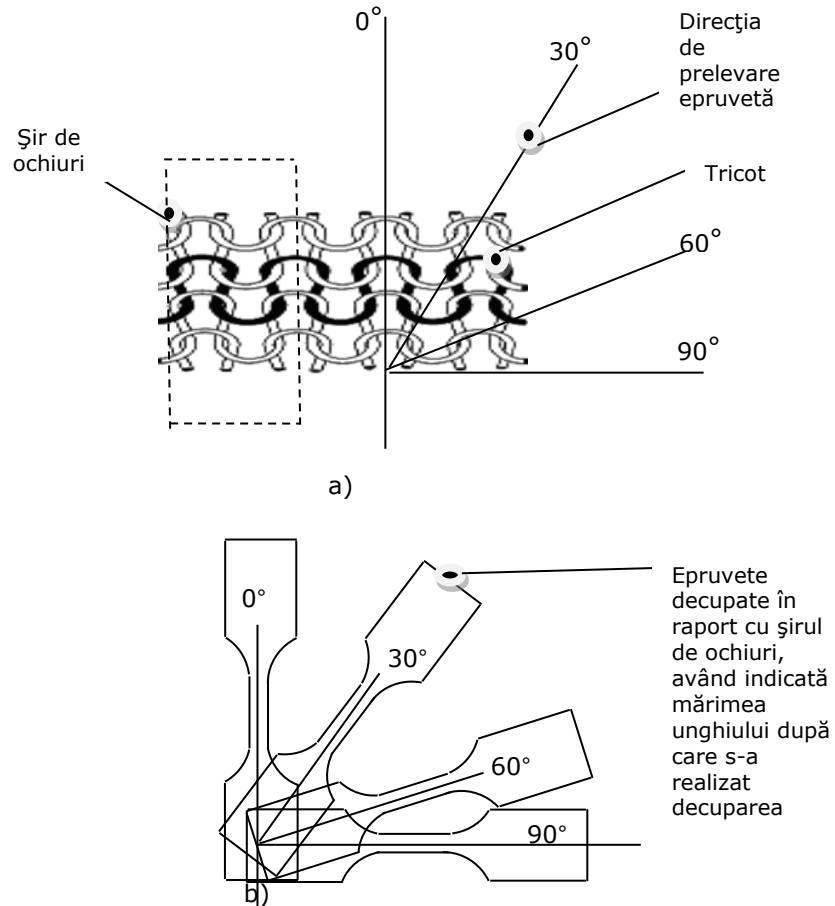


Fig. 3.1. Schema modului de eșantionare a epruvetelor: a) Marcare unghiurilor de decupare în raport cu șirul de ochiuri a tricotului; b) Modul de decupare a epruvetelor după criteriile indicate

Epruvetele de tracțiune au fost realizate în conformitate cu ASTM D- 4000, Fig.3.2.

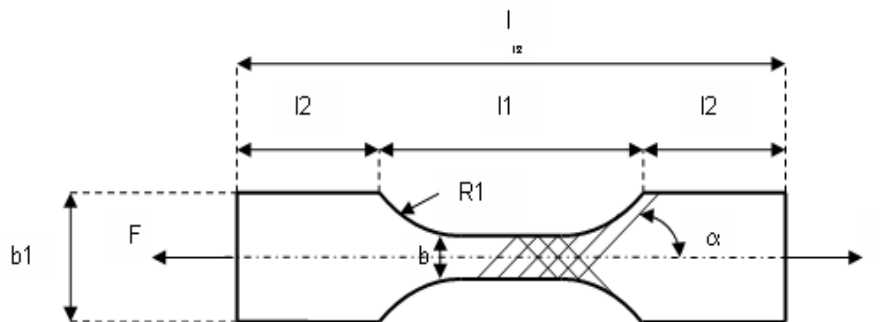


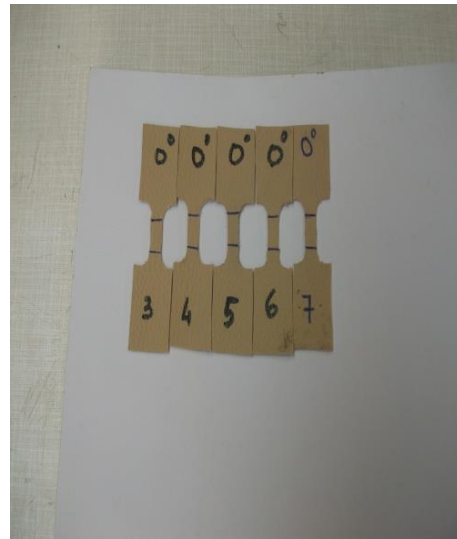
Fig. 3.2: Desen cu dimensiunile epuvei testată din material conform ASTM D 4000-00 pentru înlocuitori de piele [Lengyel, B., 2014]

Dimensiunile epruvetei testate (Fig.3.2) sunt:  $l = 110$  cm,  $l_1 = 50$  cm,  $l_2 = 30$  cm,  $R_1=5$  cm,  $b_1= 35$  cm,  $b = 10$  cm.

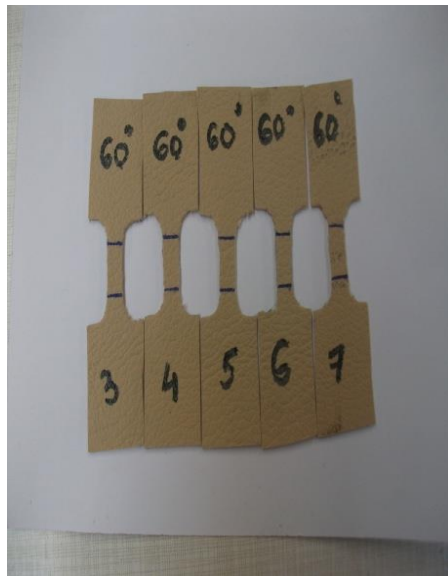
Epruvetele de tracțiune decupate după diferite direcții în raport cu orientarea șirului de ochiuri sunt prezentate în Fig. 3.3.



a)



b)



c)



d)

Fig. 3.3. Imagini cu epruvete de material cu PU înainte de testare: a) la 0°; b) la 30°; c) la 60°; d) la 90°.

În Fig. 3.4 sunt prezentați parametrii de structură ai structurii tricotate glat, suportul materialului înlocuitor de piele din PU.

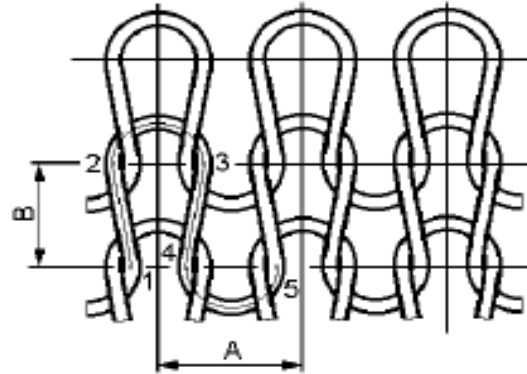


Fig. 3.4: Parametrii de structură ai materialului tricatat glat

Înlocuitorul de piele din PU, a fost examinat cu ajutorul unui microscop, Kruss-Optronic produs în Germania, iar imaginile sunt prezentate în Fig.3.5.(a-c).

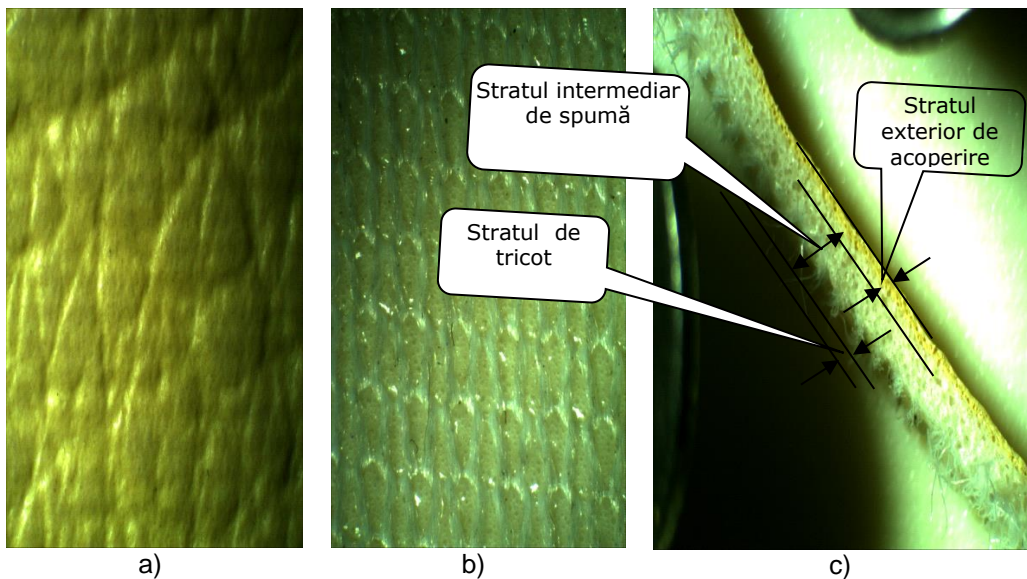


Fig.3.5: Materialul din PU testat pentru tapițarea mobilei: a) fața materialului; b) spatele materialului; c) secțiune în material [Lengyel, B., 2014]

Așa cum rezultă din Fig.3.5.-c, observăm ca materialul testat din înlocuitorul de piele din PU, are în componență 3 straturi:

- 1- Stratul de acoperire exterior finisat cu o grosime de 0,14 mm;
- 2- Stratul intermediar din spumă PU cu o grosime de 0,64 mm;
- 3- Stratul de tricot cu o grosime de 0,25 mm.

Testele la tracțiune pentru acest material au fost efectuate în conformitate cu ISO 3376: 2002 (Leather-Physical and mechanical tests-Determination of tensile strength and percentage extension) și ASTM D-4000 (Standard Classification System for Specifying Plastic Materials); la temperatura camerei de 23° C și o

umiditate de  $50 \pm 5\%$ . Testele experimentale au fost realizate pe o mașină de testare, Zwick Roell, de 5 [kN] (Fig.3.6). De asemenea, a fost amplasat în fața mașinii un sistem video compus dintr-o cameră video, modelul Samsung, (Fig.3.7), și un video recorder digital, Amax DVR H264; care a fost utilizat pentru monitorizarea alungirii probelor în timpul încercărilor la tracțiune. În felul acesta prin sincronizarea manuală, înregistrarea video cu rata de încărcare la tracțiune se poate face o corelare corespunzătoare între sarcina aplicată și limita de alungire a probei. De asemenea, o analiză cadru cu cadru a fost efectuată pentru a determina proba de alungire corespunzătoare fiecărui nivel de încărcare. Procesarea imaginii a fost realizată cu ajutorul software-ului SigmaScan [Image Analysis Software-SigmaScan® Pro, Source: Systat Software, Inc].

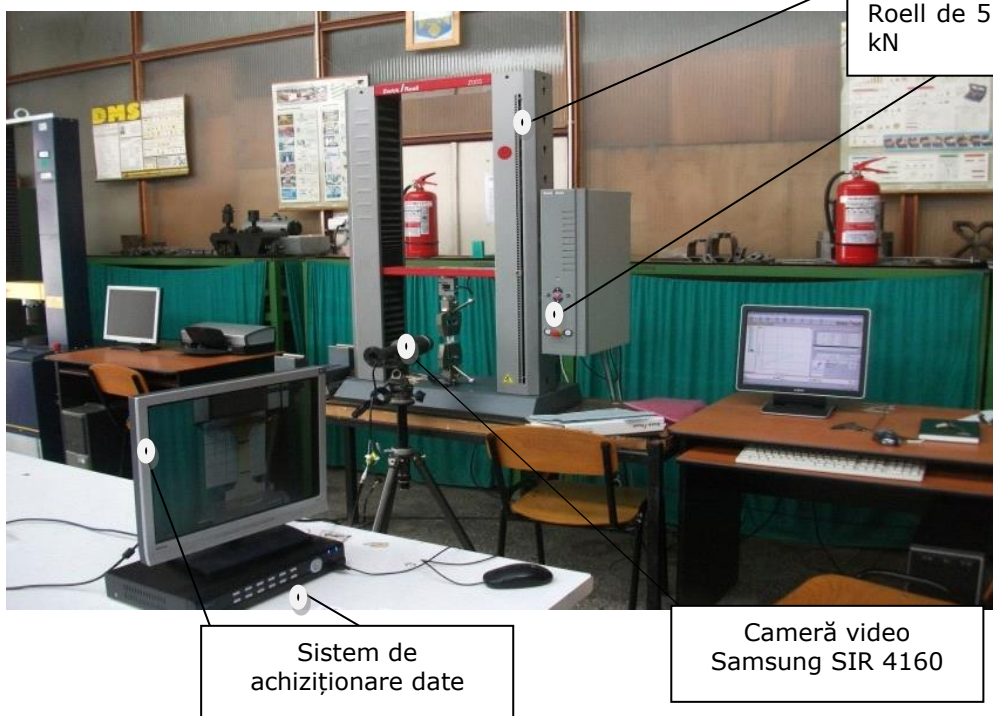


Fig.3.6: Echipamentul de testare pentru analiza experimentală a materialului din înlocuitor de piele din laborator Zwick Roell de 5 [kN]

Pentru cele 6 mostre de material secționare după cele 4 unghiuri, au fost realizate teste, iar rezultatele filmate și înregistrate pentru a putea fi prelucrate ulterior cu ajutorul programului SigmaScan (Fig.3.7).



Fig.3.7. Sistemul video de înregistrare Samsung SIR-4160, Amax DVR H264

Imaginile preluate de la încercări și prelucrate prin softul Sigma Scan, sunt poze cu materialul testat din momentul începerii testării, până la momentul ruperii materialului (Fig.3.8).



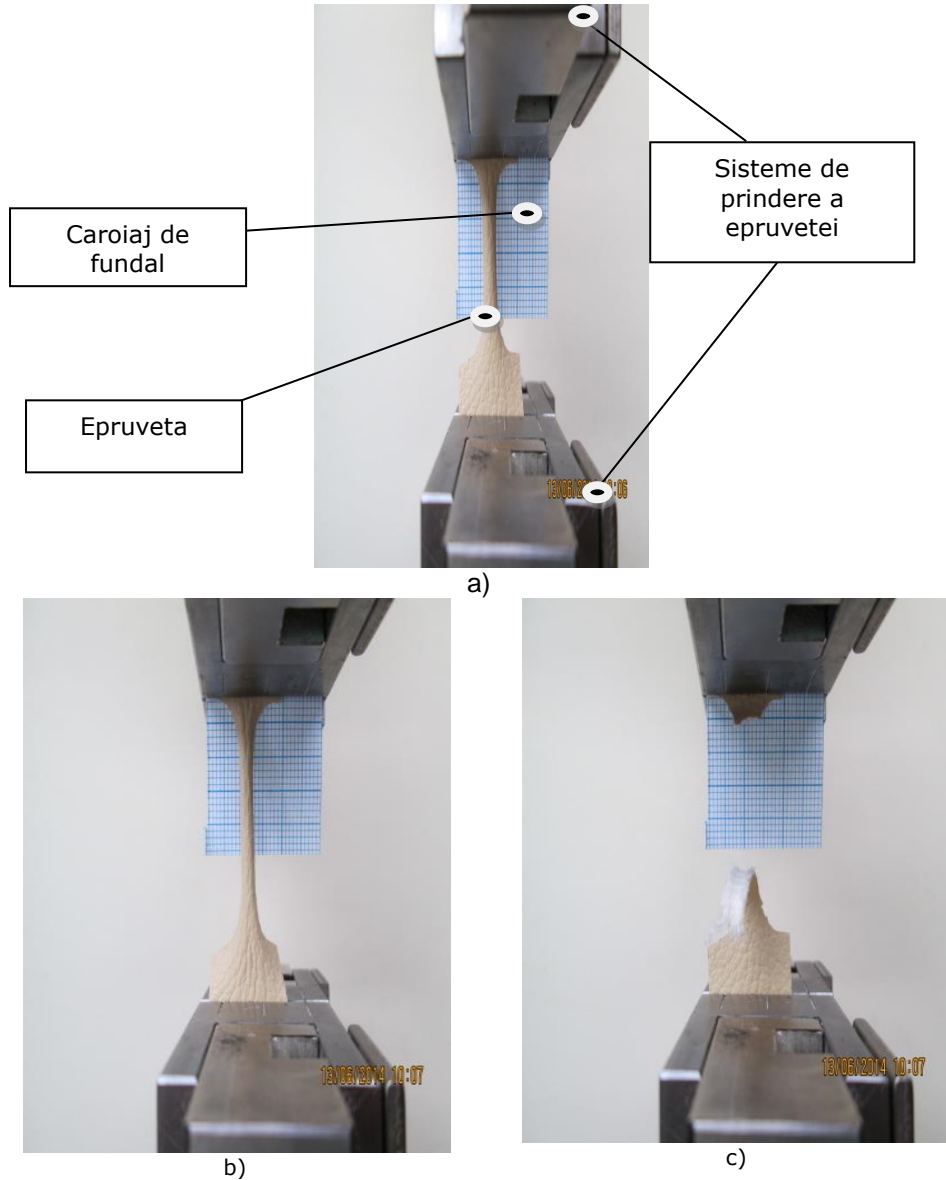


Fig.3.8. Imagini preluate din timpul probei de tracțiune cu softul Sigma Scan: a) Momentul de prindere a mostrei la aparat; b) Imagine din timpul operației de tracțiune; c) Imagine din momentul ruperii mostrei de material





Fig.3.9. Imagini cu secțiunile de rupere pentru epruvetele de material cu PU după testarea la tracțiune

La finalul testării la tracțiune, a fost analizat și modul de rupere în funcție de unghiul de secționare în raport cu rândul de tricotare. Epruvetele decupate la  $0^\circ$  s-au rupt înregistrându-se cele mai mici deformații. În Fig.3.10 sunt prezentate curbele forță-deplasare pentru mostrele testate după cele 4 unghiuri de decupare ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  și  $90^\circ$ ) orientate în raport cu direcția rândului de ochiuri ale materialului. S-au efectuat 6 încercări la tracțiune pentru fiecare dintre cele patru tipuri de unghiuri.

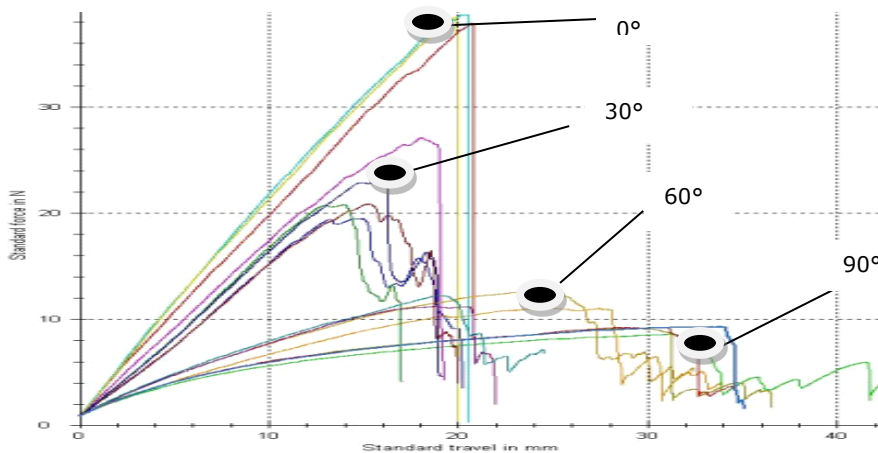


Fig.3.10: Curbele forță-deplasare ale epruvetelor decupate la  $0^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $60^\circ$ ;  $90^\circ$

Bazat pe curbele forță-deplasare înregistrate au fost trasate curbele tensiune-deformație specifică (Fig.3.11).

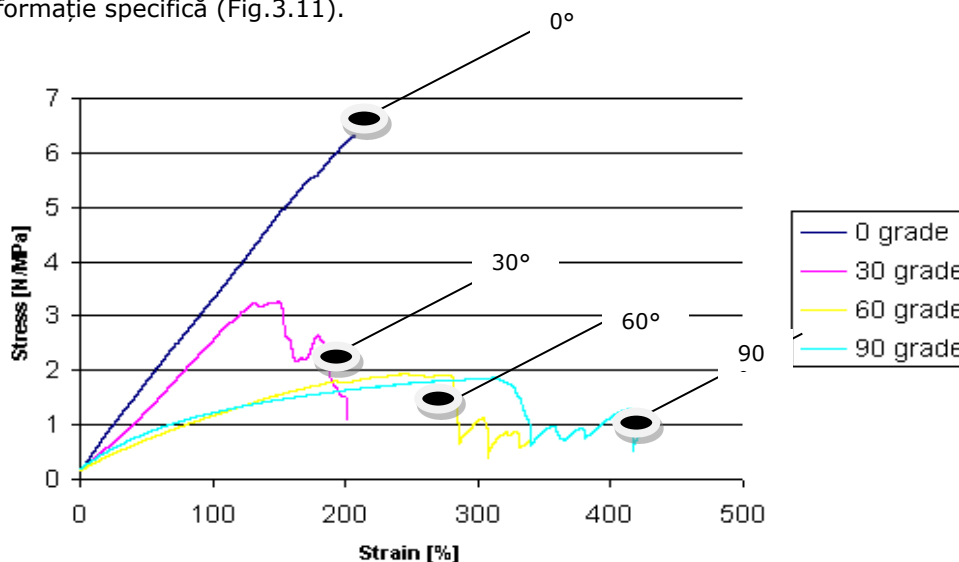


Fig.3.11: Curbele tensiune-deformație specifică pentru epruvetele de material din PU decupate după cele patru direcții (0°, 30°, 60° și 90°)

Proprietățile mecanice medii ale fiecărui tip de epruvetă au fost determinate din curbele tensiune-deformație (Tab.3.1).

Tab.3.1: Valorile medii ale proprietăților mecanice ale materialului sintetic cu PU cu suport din material tricatat

Unghiul de sect. al mat. [°]	Rez. Max. la tracțiune [N/mm <sup>2</sup> ]	Tens. de întindere [N/mm <sup>2</sup> ]	Rezist. la întindere [N/mm <sup>2</sup> ]	Alun. la rupere [%]	Alung. la curgeri [%]	Mod. de elast. [N/mm <sup>2</sup> ]	Coef. lui Poisson
0	5,17	5,08	4,3	1,9	0,93	5,82	0,48
30	2,28	2,29	4,16	1,48	1,9	2,91	0,43
60	2,04	1,99	1,46	2,45	1,47	1,02	0,40
90	1,69	1,69	1,37	3,04	1,15	0,35	0,28

Conform rezultatelor prezentate anterior (Tab.3.1), proprietățile mecanice ale materialului analizat depind de direcția de încărcare în raport cu direcția rândului de ochiuri tricotate ale matricei. Variațiile proprietăților mecanice în funcție de direcția de solicitare sunt prezentate în (Fig. 3.12-3.17).

În Fig. 3.12, se prezintă variația rezistenței maxime la tracțiune pe direcția rândului tricatat. Rezistența la tracțiune scade drastic în intervalul unghiurilor 0° la 30°, de până la 55%. În intervalul de 30° 60° variația rezistenței la tracțiune este, de 13%, iar în intervalul de la 60° la 90° variația este de aproximativ 15%.

În schimb, în cazul limitei de curgere se observă o scădere de până la 64% pentru porțiunea 30° la 60°, între direcția de încărcare și direcția rândurilor de ochiuri tricotate. Cu toate acestea, pentru intervale de 0°-30° și 60°-90° rezistența la curgere prezintă variații ne semnificative (3-6%), (Fig.3.13).

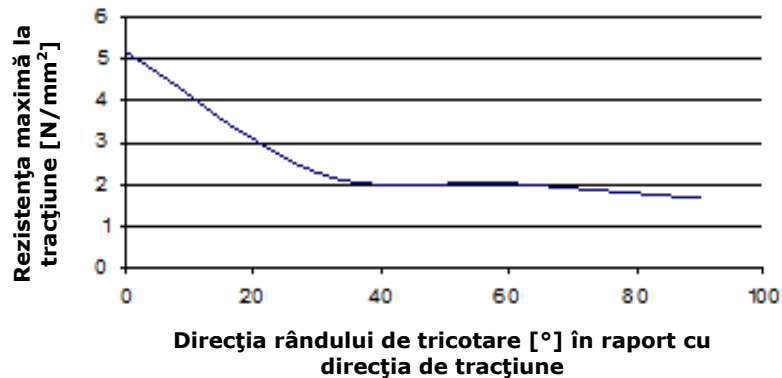


Fig. 3.12: Variația rezistenței maxime la tracțiune în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B.,2014]

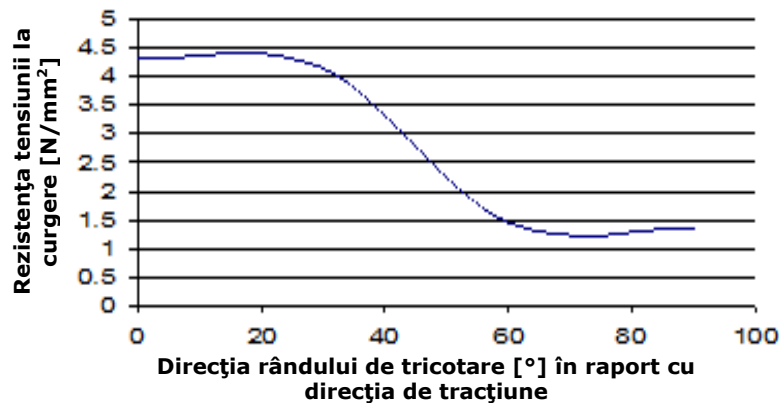


Fig. 3.13: Variația alungirii la curgere în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B., 2014]

Fig.3.14, prezintă variația procentului de alungire la rupere în funcție de direcția rândului de tricotare în raport cu direcția de încărcare. Elongația la rupere scade în intervalul de unghiuri (0°-30°) cu până la 22%, urmată de o creștere continuă pentru unghiuri între (30°-90°).

Variația alungirii corespunzătoare punctului unde cedează în raport cu direcția rândului de tricotare este prezentată în Fig.3.15 și se observă o creștere cu până la 22,6% în intervalul de 0°-30°, urmată de scăderea continuă pentru unghiuri între 30°-90°.

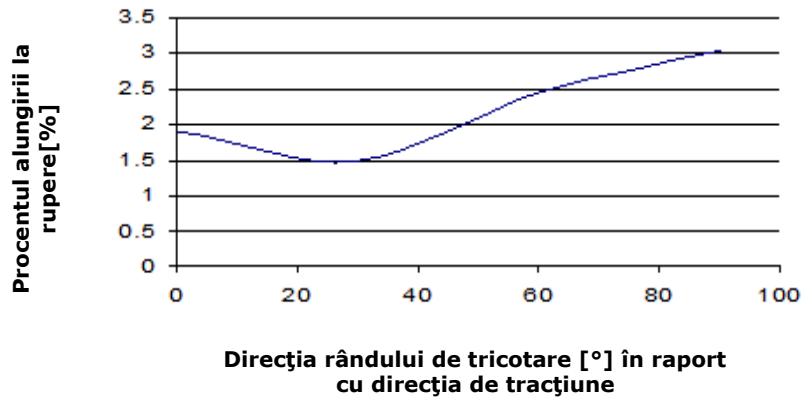


Fig. 3.14: Variația procentuală a alungirii la rupere în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B., 2014]

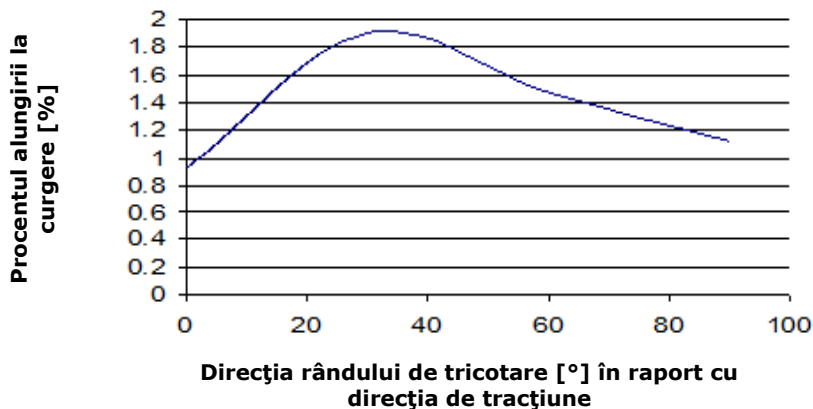


Fig.3.15: Variația procentuală a alungirii la curgere în funcție de direcția rândului de tricotare

Valoarea variației Modulul lui Young este maximă pentru unghiul de 0° și scade pe măsură ce acest unghi ajunge la 90°. O scădere mai semnificativă se observă în intervalul 0°-30°, (Fig.3.16).

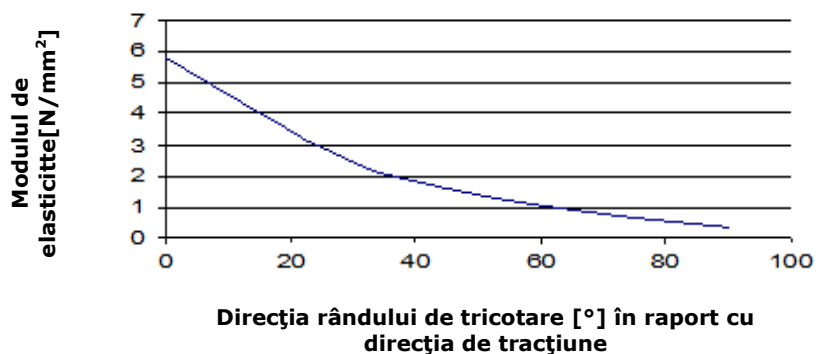


Fig.3.16: Variația modulului de elasticitate în funcție de direcția rândului de tricotare [Lengyel, B., 2014]

În Fig.3.17 este prezentată variația coeficientului lui Poisson, cu o scădere de până la 10,4% în intervalul 0°-30°. O scădere mai mică a fost înregistrată în intervalul de la 30° la 60° unghiuri, până la 5,8%, în timp ce în intervalul 60°-90° scăderea a fost de 29,6%.

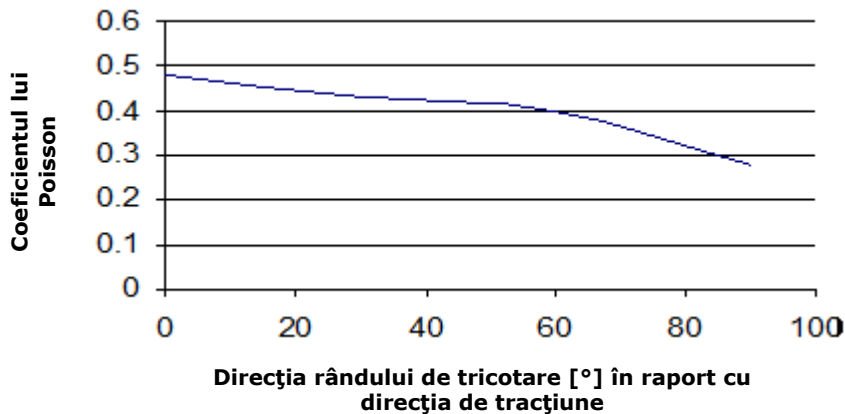


Fig.3.17: Variația coeficientului lui Poisson în funcție de direcția rândului de tricotare

Înlocuitori de piele cu poliuretan (PU) cu matrice din material tricatat din bătătură, cu compoziția fibroasă 65% poliester (P.E.S) și 35% bumbac, au caracteristicile unui material compozit, iar proprietățile mecanice depind de direcția de încărcare și de direcția rândului de tricotare:

1. Direcția rândului ochiurilor din tricot are un rol determinant asupra proprietăților mecanice ale materialelor compozite ca înlocuitor de piele din poliuretan (PU).
2. Rezistența la tracțiune, modulul de elasticitate, (Modulul lui Young) și Coeficientul lui Poisson au valori maxime în direcția rândului de ochiuri ale tricotului (probele cu unghi la 0°).
3. Proprietățile de deformare, alungirea la curgere și alungirea la rupere au valori maxime pentru unghiuri de 30°, între direcția rândului ochiurilor de tricot și direcția de încărcare.
4. Din analiza curbelor de tracțiune tensiune-deformație specifică se observă comportamentul elastic cvasi-liniar a materialului la ruperea finală.
5. Valoarea mai mare a rezistenței la tracțiune după direcția rândului de tricotare, recomandă așezarea tapițeriei realizată din acest material astfel încât solicitările maxime să se producă pe această direcție.
6. Proprietățile mecanice care sunt determinate experimental în acest studiu sunt parametrii esențiali pentru proiectarea unor astfel de materiale, dar și pentru modelarea comportamentului materialului, în scopul de a dezvolta o analiză numerică prin metoda elementelor finite pentru detaliile structurilor utilizate din înlocuitor de piele poliuretan pentru tapițarea mobilierului.
7. Aceste rezultate experimentale au arătat o dependență ridicată a proprietăților mecanice ale înlocuitorului de piele pe direcția rândului de ochiuri tricotate în raport cu direcția de încărcare.

### 3.1.b. Studiul influenței temperaturii asupra proprietăților mecanice ale materialelor compozite-înlocuitori de piele pentru tapițerii

Au fost testate două materiale compozite cu matrice din PU și PVC cu suport din tricotat glat, a căror proprietăți au fost studiate în Cap. 3.1.a, atât pe direcția rândului tricotat cât și pe direcția șirului, în 3 regimuri de temperaturi de testare: mediu ambiant (18°C), mediu rece (-2°C) și după expunerea la cicluri (18°C și -2°C) cald-rece. Eșantioanele prelevate au avut dimensiunile: 25 mm lățime și 250 mm lungime.

Au fost extrase patru bucăți pentru fiecare direcție de tricotare și tip de material. Astfel au fost puse patru epruvete (câte două din fiecare material testat, două pe direcția rândului de tricotare și două pe direcția șirului tricotat) în mediul ambiant la o temperatură de 18°C; patru epruvete în mediu rece cu o temperatură între 0°C și -2°C; iar ultimul set de epruvete în număr de 8 sunt 4 cu matrice din PVC și 4 cu matrice din PU, au fost ținute alternativ 24 de ore la 23°C-26°C și apoi 24 de ore la temperaturi de 0°C și -2°C. Mostrele au fost ținute timp de 12 zile în aceste condiții de temperatură și umiditate. Testele la tracțiune au fost realizate pe mașina de tracțiune Zwick Roell de 5 [kN], în laboratorul de Rezistența Materialelor al Universității Politehnice din Timișoara. Pe baza rezultatelor obținute s-au trasat curbele tensiune-deformație specifică prezentate în Fig. 3.18, 3.19, 3.20 și 3.21.

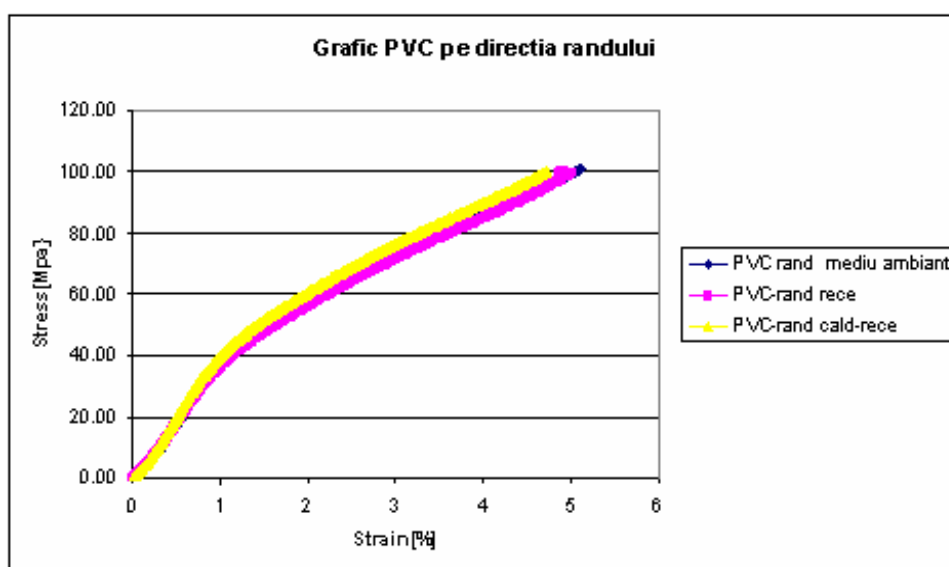


Fig.3.18. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PVC extras pe direcția rândului tricotului suport

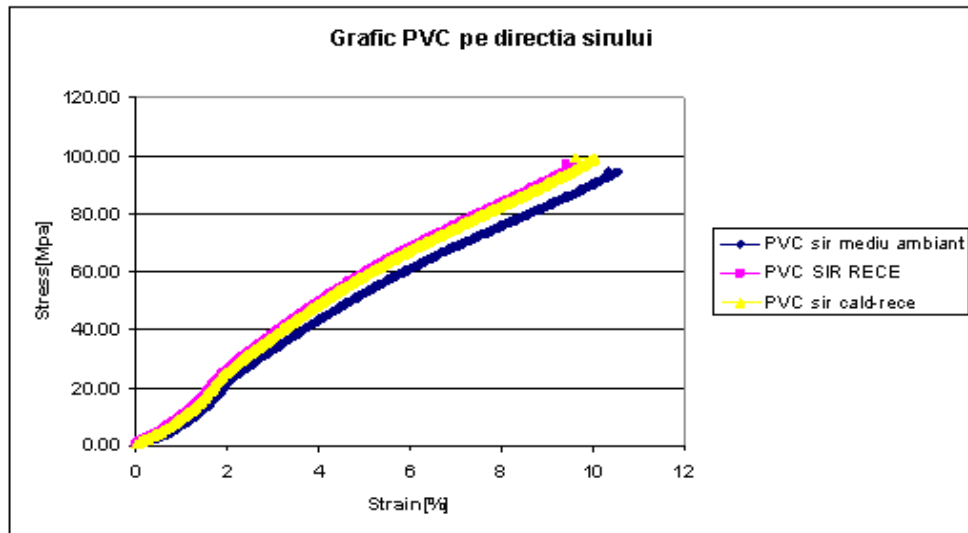


Fig.3.19. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PVC extras pe direcția șirului tricotelului suport

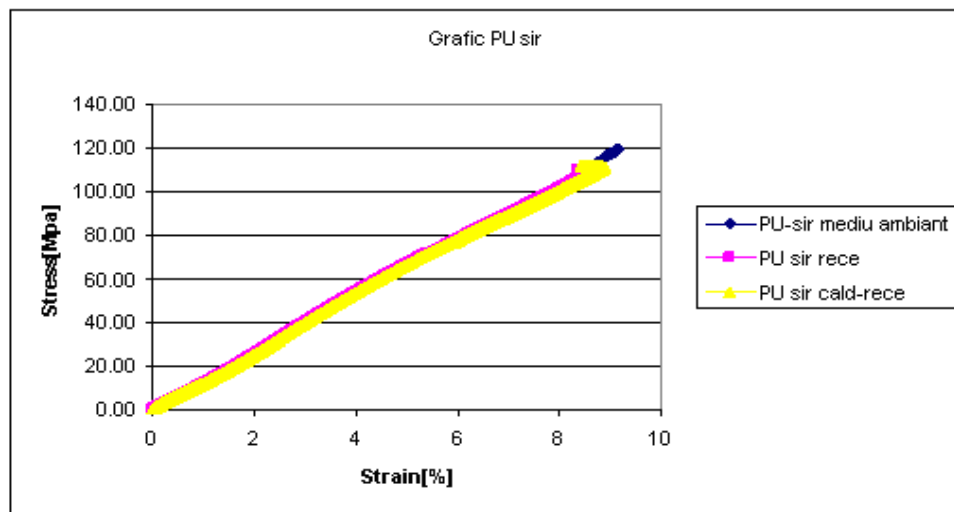


Fig.3.20. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PU extras pe direcția șirului tricotelului suport



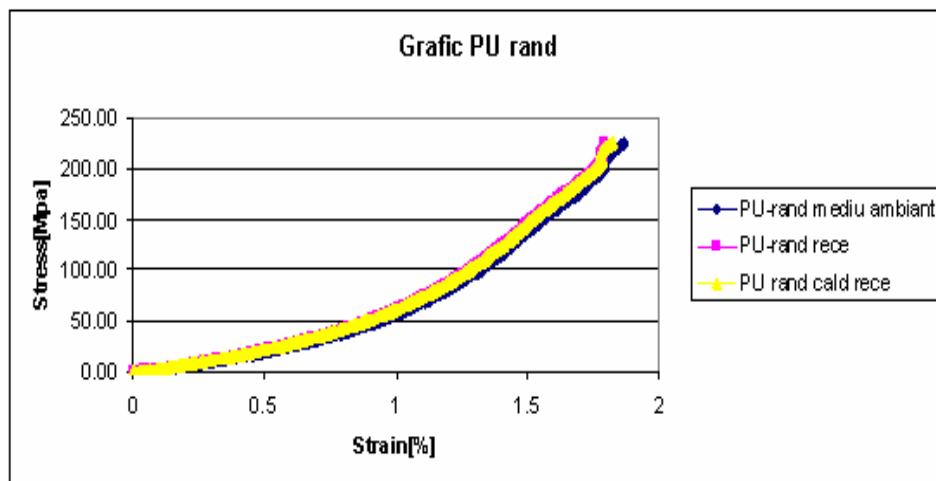


Fig.3.21. Curba tensiune-deformație specifică pentru materialul compozit cu matrice din PU extras pe direcția rândului tricotelui suport

### Concluzii

1. Epruvetele extrase pe direcția rândului tricotelat la cele cu matrice din PU au o deformație mai mare în comparație cu mostrele extrase pe direcția rândului cu matrice din PVC, datorită elasticității poliesterului din tricotel.
2. Epruvetele extrase pe direcția șirului tricotelat cu matrice din PU au o deformație mai mică în comparație cu mostrele extrase pe direcția șirului tricotelat cu matrice din PVC.
3. Deformațiile pe direcția șirului tricotelat sunt mai mari ca valoare în comparație cu cele de pe direcția rândului tricotelat din punct de vedere al elasticității structurii tricotelate.
4. Epruvetele care au fost ținute în mediul cald-rece au o deformație cu o valoare de 0,78% mai mică în comparație cu cele din mediul ambiant din cauza variației de temperatură, care produce schimbări în structura matricei polimerului devenind mai rigide și cu o modificare în ceea ce privește elasticitatea pieii sintetice (fie ca este vorba de cea cu matrice din PU sau cu matrice din PVC).
5. Transformările proprietăților mecanice ale materialelor compozite, cu suport textil și matrice din PVC sau PU utilizate ca înlocuitori de piele pentru tapițerii, supuse la variații mici de temperatură, în limitele  $-2^{\circ}\text{C}$  la  $18^{\circ}\text{C}$ , sunt nesemnificative.
6. Proprietățile mecanice și elastice ale materialelor compozite cu suport textil și matrice din PVC sau PU se modifică cu temperatura. La temperaturi scăzute crește rigiditatea și scade elasticitatea iar la temperaturi ridicate scade rigiditatea și crește elasticitatea. Solicitățile mecanice specifice utilizării mobilierului cu astfel de tapițerii la temperaturi scăzute de  $-2^{\circ}\text{C}$  influențează negativ durabilitatea materialului.

### 3.2. Cercetări micromecanice privind modulul de elasticitate al pielii sintetice din PVC

Materialele compozite de bază din înlocuitori de piele din policlorură de vinil (PVC), cu suport din material tricotat din bătătură sunt tot mai folosite în multe domenii industriale, deoarece au proprietăți elastice foarte bune. În acest stadiu al cercetării este analizat un astfel de material cu matrice din PVC flexibil, utilizat în industria tapițeriilor pentru mobilă, canapele, fotolii, etc. Acest material a fost analizat atât prin metode experimentale cât și analitice. Analiza și rezultatele sunt benefice, în scopul cunoașterii proprietăților mecanice și elastice pentru aplicații industriale [Kyung, E., 2013].

Evaluarea analitică a elasticității materialului a fost realizată pe baza abordării micromecanicii materialului, luându-se în considerare coeficientul Krenchel pentru orientarea fibrelor din structura matricei compozitului. Rezultatele au arătat o corelație bună între modulul de elasticitate al materialului analizat determinat analitic cu cel din studiul experimental. De asemenea, se confirmă faptul că aceste proprietăți sunt analizate pentru a defini cu exactitate elasticitatea și rezistența materialelor utilizate în industrie. Pentru îmbrăcăminte și articole de marochinărie au fost preferate materialele care au o elasticitate foarte bună și o bună stabilitate dimensională, iar pentru tapițerie au fost preferate cele care au o suprafață netedă și stabilitate dimensională.

Având în vedere acest lucru, una dintre problemele abordate în proiectarea și analiza materialelor din piele sintetică de bază este estimarea constantelor elastice și de rezistență prin modele analitice specifice materialelor compozite. Astfel, diferite modele de analiză s-au dezvoltat în special bazate pe teoria micromecanică a materialelor compozite, [Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000].

Acest tip de material a fost produs în industrie prin procedee de coagulare umede, care includ o rășină policlorvinilică pe materialul de bază din tricot și acoperit cu spumă PVC.

Materialul testat are în componență spumă policlorvinilică flexibilă, iar fibrele care intră în structura materialului tricotat are: 95% poliester. Materialul are greutatea specifică  $\gamma = 478,35 \text{ g/m}^2$ , masa fibră = 0,0075 g, masa PVC = 0,045 g și grosimea materialului de 0,75 mm. Analiza proprietăților mecanice a fost realizată atât experimental dar și analitic bazat pe un model micromecanic luând în considerare coeficientul lui Krenchel. Studiul descris pune accentul pe de o parte de acuratețea modelelor analitice pentru estimarea proprietăților mecanice ale materialelor din piei sintetice. Pe de altă parte, se pune în evidență efectul cumulativ al proprietăților mecanice ale firelor, ale tricotului și respectiv ale polimerului din PVC și proprietățile mecanice ale materialului ca și un material compozit.

Materialul care a fost analizat în acest studiu este o piele sintetică comercială cu denumirea "Capranova Ciftip", produs de Sahinler Tic. Ltd. Sti., Istanbul, Turcia, Fig.3.22 și cu o compoziție conformă cu cea prezentată în Tab. 3.2.

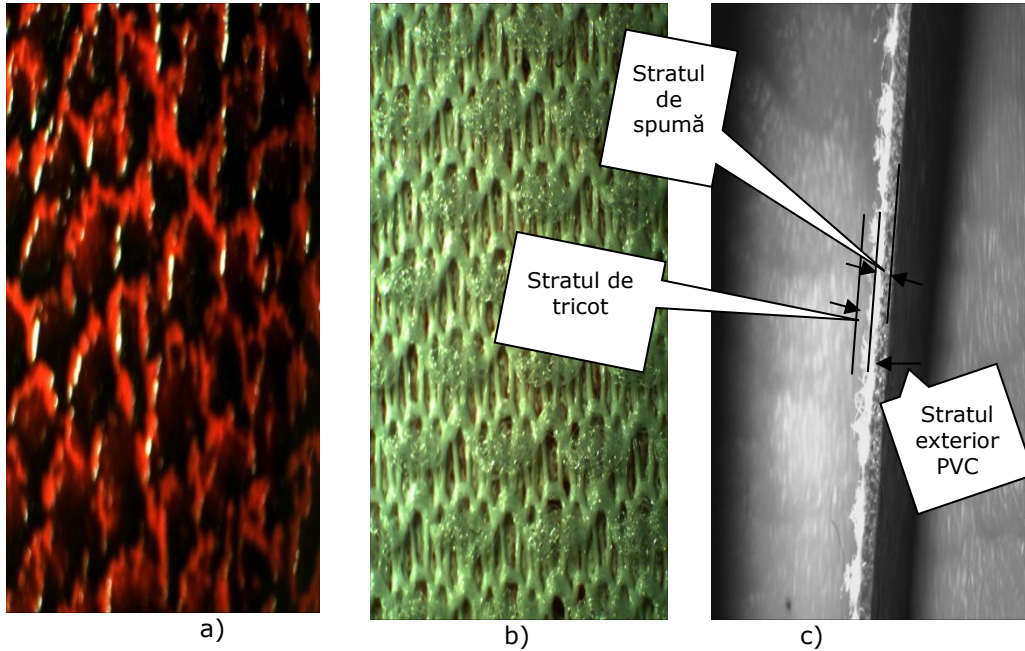
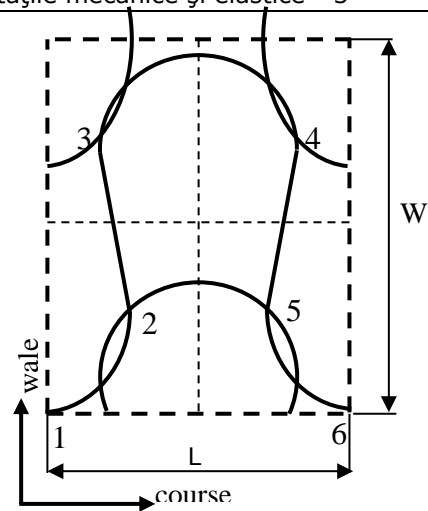
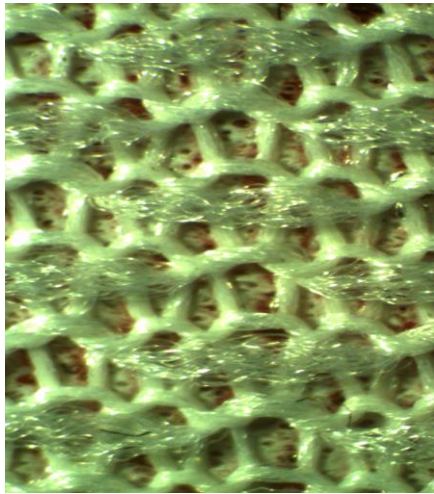


Fig.3.22. Imagini ale materialului sintetic „Capranova Ciftip” : a) Detaliu față material cu PVC; b) Detaliu spate material; c) Vedere în secțiune a materialului [Lengyel, B., 2015]

Tab. 3.2. Constituții materialului din înlocuitor de piele cu PVC, testat „Capranova Ciftip”

Constituenți	Volumul fibrei W[%]	Tipul constituenților
Fibra Poliester	13,75%	Material tricatat
Spumă PVC flexibilă	81,25%	Matrice Polimer
Constituenți organici	5,00%	-

Structura tricată a materialului examinat este o structură de tip glat cu fire de flotare în raport 1:3 (Fig.3.23 a). În Fig.3.23 b este prezentată celula unui ochi de tricot.



a)

b)

Fig.3.23: Suportul tricotat al pieii artificiale: a) structura tricotată b) celula unui ochi de tricot (C [ochi/cm]-lățimea ochiului pe direcția de tricotare a rândului; W [ochi/cm]-înălțimea ochiului pe direcția șirului de ochiuri) [Lengyel, B., 2015]

Pe baza analizelor microstructurale au fost determinate dimensiunile celei unitate a tricotului ca  $W=0,842$  mm;  $C=0,675$  mm și respectiv diametrul firului tricotat,  $d=0,18$  mm.

Folosind modelul geometric al lui Dalidovici, [Comandar, C., 1998], a fost determinată lungimea firelor dintr-un ochi de tricot. Conform acestui model, luând în considerare elementele de ochi din materialul tricotat, lungimea firului dintr-un ochi de material tricotat poate fi estimată prin rel. (3.1):

$$l = l_{12} + l_{23} + l_{34} + l_{45} + l_{56} \quad (3.1)$$

Unde  $l_{12}, l_{34}, l_{56}$  este lungimea semicercurilor și  $l_{23}, l_{45}$  sunt lungimi de dreaptă conform Fig.3.22-b.

Pe baza rel. (3.1) lungimea firelor dintr-un ochi de tricot a fost estimată ca  $l=2,8$  mm.

S-au efectuat teste la tracțiune pe materialul analizat conform standardului ASTM D 5083 [Standard Test Method for Tensile Properties of Reinforced Thermosetting Plastics Using Straight-Sided Specimens].

Testele au fost efectuate pe o mașină de testare la tracțiune / compresiune Zwick Roell cu sarcina maxima de 5 [kN, folosind epruvete de material cu lungime totală de 250 mm și lățimea de 25 mm. Au fost decupate și desprinse de matricea polimerică, mostre din structura tricotată (Fig.3.24), matricea din PVC flexibil, (Fig.3.25), respectiv testarea material compozit din piele sintetică (Fig.3.26).

Încercările la tracțiune pe materialul din tricot, matricea polimerică și mostrele din înlocuitorul de piele PVC au fost efectuate în direcția șirului de ochiuri.

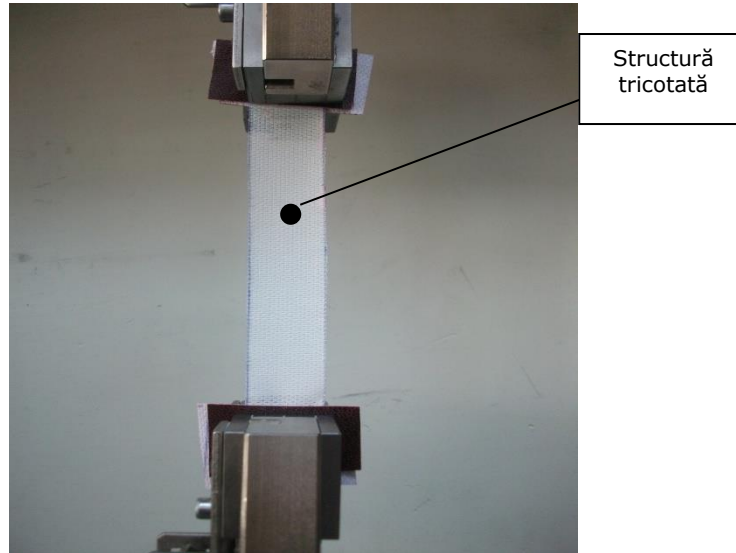


Fig.3.24. Structura tricotată testată în direcția șirului de ochiuri

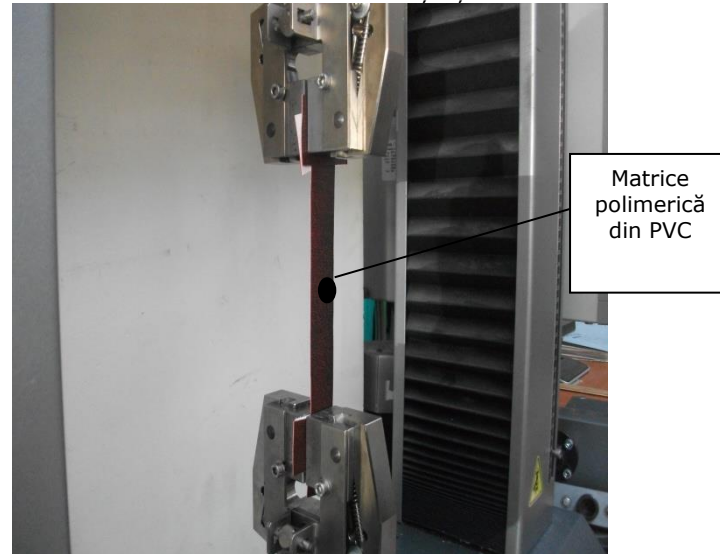


Fig. 3.25. Matricea polimerică din PVC în timpul testării

Probele din materialul textil compozit înainte de testare sunt prezentate în Fig.3.26-a. În Fig.3.26-b sunt prezentate secțiunile de rupere ale epruvetelor testate la tracțiune.

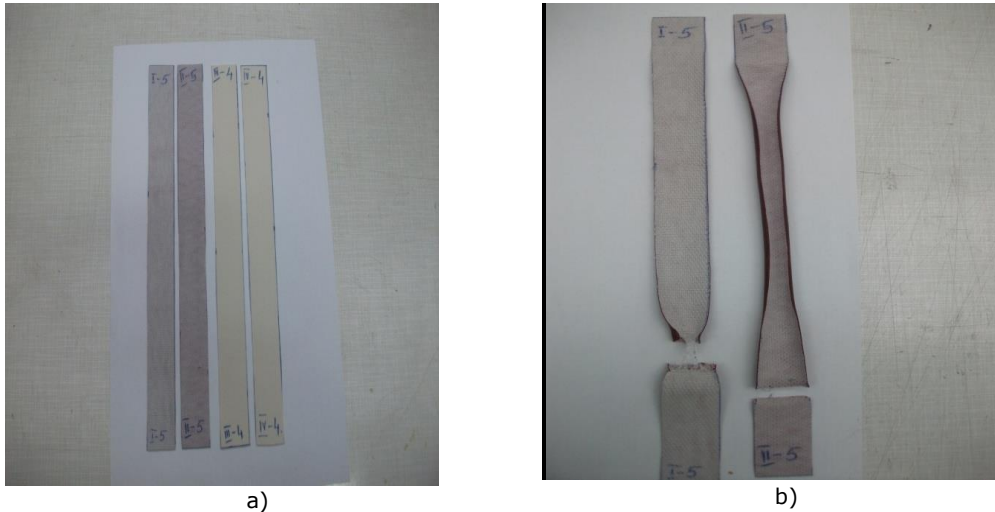


Fig.3.26. Epruvete din material textil compozit cu PVC: a) înainte de testare; b) după procesul de testare la tracțiune.

Una din tehnicile de bază ale analizei micromecanice ale materialelor textile compozite este regula amestecului. Această tehnică este definită pe principiul distribuției încărcărilor din componentele de material compozit conform fracției de volum.

Bazat pe regula amestecurilor modulul lui Young aparent al materialului compozit în direcția fibrelor este definit prin rel. (3.2):

$$E_c = V_f \cdot E_f + V_m \cdot E_m \quad (3.2)$$

unde: -  $E_c$  este modulul aparent al lui Young al materialului compozit în direcția fibrei,

- $E_f$  și  $E_m$  reprezintă modulul lui Young ale fibrei și matricei,
- $V_f$  și  $V_m = 1 - V_f$  sunt fracțiile de volum ale fibrelor și matricei din compozit.

Pentru orientarea diferită a fibrelor în raport cu direcția de încărcare, cercetătorul Krenchel [Krenchel, H., 1964] a adăugat un factor de orientare a fibrelor în regula ecuației amestecurilor. Factorul de orientare Krenchel,  $\eta$ , permite introducerea unei distribuții de orientare a fibrelor cu unghiul de orientare  $\phi_n$  și este dată de rel. (3.3):

$$\eta = \sum_n a_n \cos^4 \phi_n \quad (3.3)$$

unde:  $a_n$  - fibrele din matricea polimerică;

$\phi_n$  - unghiul de orientare al fibrelor.

Pentru o distribuție bidimensională (în plan) a fibrelor, factorul Krenchel  $\eta = \frac{3}{8}$  [Krenchel, H., 1964].

Într-o orientare tridimensională de fibre aleatoare acest factor are valoarea  $1/5$ , [S.K. Garkhail, S.K., 2000]. Pentru materiale textile compozite din structuri tricotate factorul Krenchel este dat de rel. (3.4):

$$\eta = \frac{1}{L} \int_0^L \cos^4(\alpha) dL \approx \frac{1}{L} \sum_{i=1}^M L_i \cos^4(\alpha_i) \quad (3.4)$$

unde  $L$  este lungimea totală a firelor din fibre în RVE (Reprezentant Element Volum), (Fig. 3.27) iar  $\alpha_i$  este unghiul înclinat al unui segment de fir considerat  $L_i$  cu direcția de încărcare,  $M$  este numărul total de segmente de fire. Luând în considerare factorul Krenchel, regula amestecurilor are ecuația dată de rel. (3.5):

$$E_c = \eta V_f \cdot E_f + V_m \cdot E_m \quad (3.5)$$

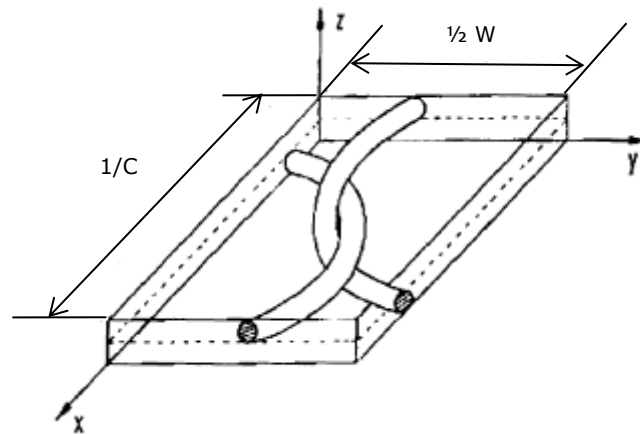


Fig. 3.27. Porțiunea RVE (Reprezentant Element Volum) a unei structuri tricotată glat [ Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000]

Rezultatele experimentale permit determinarea forței maxime a materialului tricotat simplu din bătătură, încărcat în direcția șirurilor poate fi determinată pe baza forței maxime a firului tricotat ( $F_{\max, yarn}$ ) și ( $F_{\max, knitted}$ ), respectiv, numărul de ochiuri ale tricotelui (*no. of plain knitted eyes*). Conform rel. (3.6), în cazul tricotelui din bătătură glat, numărul de ochiuri din tricot pe direcția șirului a fost de 36, iar forța de tracțiune maximă a fost de 76,83 N. Din testele la tracțiune pe firele de tricot s-a determinat forța de tracțiune de 2.142 N.

$$F_{\max, knitted} \approx F_{\max, yarn} \cdot \text{no. of plain knitted eyes} \quad (3.6)$$

Pe baza testelor experimentale au fost evaluate proprietățile mecanice ale înlocuitorului de piele din PVC „Capranova Ciftip”. În Tab. 3.3 se reprezintă proprietățile mecanice și elastice determinate experimental în Laboratorul de Încercări de Materiale, de la Facultatea Mecanică, Univ. Politehnică Timișoara.



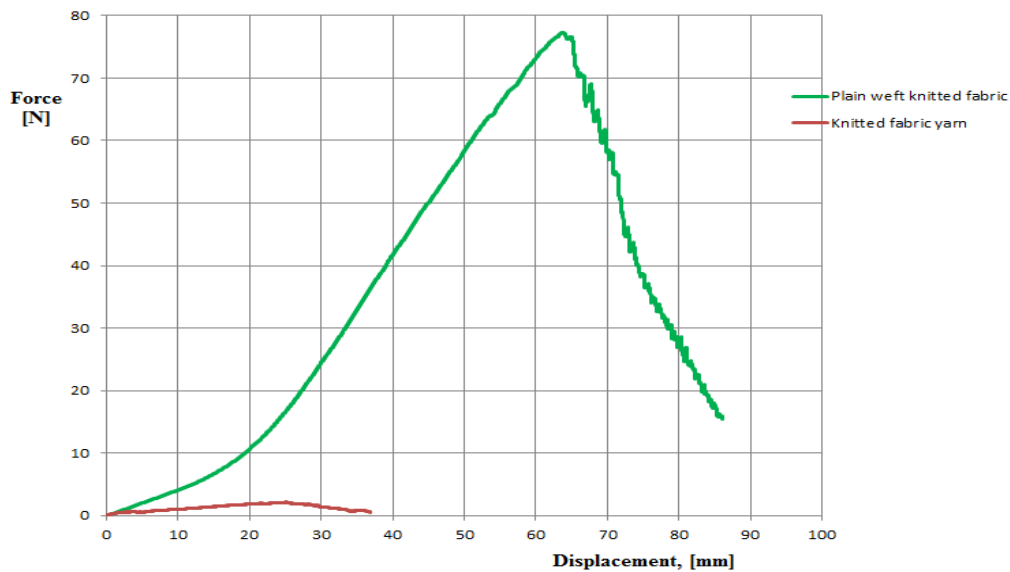


Fig. 3.28. Curbele forță-deplasare a tricotelui glat și ale firului tricotat [Lengyel, B., 2015]

Conform reprezentării grafice în Fig.3.28. se observă că structura tricotată rezistă la testele de tracțiune până la o forță de 75 [N], datorită legăturii glat care este o legătură elastică pe direcția șirului; în timp ce firul PES care intră în componența materialului tricotat are o forță mică de 3,75 [N]. Această analiză este importantă pentru o abordare a proprietăților mecanice ale materialului tricotat dar și a celui compozit textil.

Tab. 3.3. Proprietățile mecanice a înlocuitorului de piele PVC, „Capranova Ciftip”

Constituenți	Modulul lui Young [MPa]	Rezistența la tracțiune [MPa]	Observații
Fire tricotate	1174.15	85.25	Testele au fost efectuate pe direcția șirurilor tricotate
Structura tricotată Glat	-	22.5	
PVC flexibil	3.53	3.93	
Piele artificială cu PVC	36.75	10.22	

În Fig.3.29 sunt prezentate curbele tensiune-deformație specifică pentru componentele din piele sintetică (fire tricot, tricot simplu din bătătură glat și PVC flevibil) și, respectiv, înlocuitorul de piele din PVC analizat.

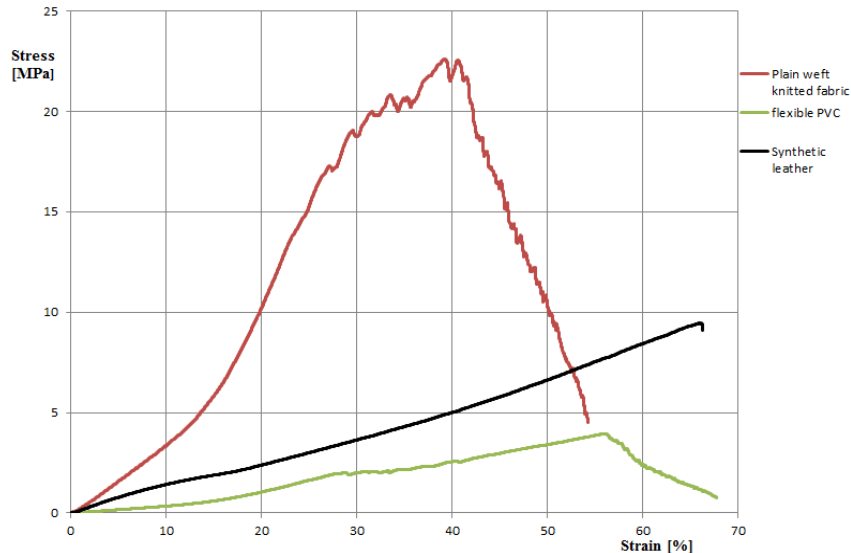


Fig. 3.29. Curbele de tensiune-deformație specifică a materialelor [Lengyel, B., 2015]

Abordarea elasticității micromecanice a pielii sintetice s-a bazat pe relația (3.5) în conformitate cu regula amestecului. În această analiză a fost considerat coeficientul Krenchel, care exprimă orientarea fibrelor în raport cu direcția de încărcare. În acest sens au fost determinate fracțiile de volum ale structurii tricotate din bătătură, fibrele din tricot și PVC flexibil, folosind rel. (3.7) și (3.8):

$$V_f = \frac{\frac{W_f}{\rho_f}}{\frac{W_f}{\rho_f} + \frac{W_m}{\rho_m}} = 0.112 \quad (3.7)$$

$$V_m = 1 - V_f = 0.888 \quad (3.8)$$

în care:  $W_f$  este volumul fracție al fibrei și  $W_m$  este fracțiunea de masă matrice conform Tab.3.2;  $m=1,1 \text{ g/cm}^3$  este densitatea componentei flexibile din PVC și  $\rho_f = 1,39 \text{ g/cm}^3$ , este densitatea fibrelor de poliester. Pentru determinarea coeficientului lui Krenchel este considerată o suprafață RVE (Reprezentant Element Volum) care include două secțiuni curbate ale firului tricot, (Fig. 3.30).

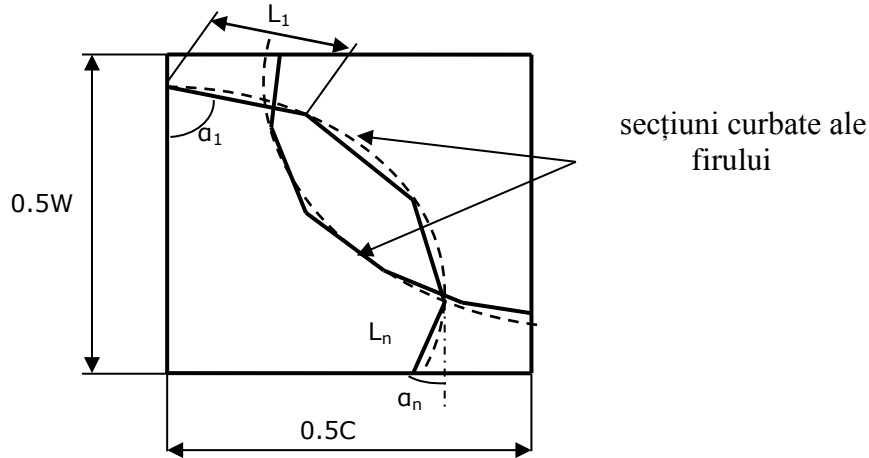


Fig.3.30. Planul RVE (Reprezentant Element Volum) pentru determinarea coeficientul Krenchel [Lengyel, B., 2015]

Secțiunile curbate ale firului din tricotelul glat, sunt approximate printr-o serie de segmente liniare pentru care este necesar să se calculeze lungimea de fir  $L_i$ , și orientarea spre direcția de încărcare.

Pentru a determina lungimea și orientarea segmentelor liniare a fost folosit modelul Leaf și Glaskin [Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000 și Chen, X., 2010], care permite stabilirea coordonatelor de început și punctul final al fiecărui segment liniar. Conform acestui model, coordonatele unui punct din primul fir sunt date de rel. (3.9), (3.10), (3.11) și (3.12):

$$\begin{cases} x = ad(1 - \cos \theta) + x_0 \\ y = ad \sin \theta \\ 0 \leq \theta \leq \varphi \end{cases} \quad (3.9)$$

$$a = \frac{1}{4Wd \sin \varphi}$$

unde: -  $d$  este diametrul firului;  
-  $a$  este raza de calcul a unui ochi de tricotel.

$$\varphi = \pi + \sin^{-1} \left( \frac{C^2 d}{\left[ C^2 + W^2 (1 - C^2 d^2)^2 \right]^{1/2}} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{C}{W(1 - C^2 d^2)} \right) \quad (3.10)$$

$$\psi = \sin^{-1}\left(\frac{2a}{2a-1} \sin \varphi\right) \quad (3.11)$$

$$x_0 = \frac{1}{C} - ad(1 - \cos \varphi) \quad (3.12)$$

Coordonatele celui de-al doilea fir sunt date de rel. (3.13), (3.14):

$$\begin{cases} x_1^{2nd} = 2ad - \frac{1}{2W \tan(\psi)} + x_0 \\ y_1^{2nd} = \frac{1}{2W} \end{cases} \quad (3.13)$$

$$\begin{cases} x_n^{2nd} = x_1^{2nd} - x_n^{1st} + x_0 \\ y_n^{2nd} = y_1^{2nd} - y_n^{1st} \end{cases} \quad (3.14)$$

$n \geq 2, 3, \dots$

unde: -  $x_1^{2nd}$  este abscisa celui de-al doilea fir pe direcția x care se împletește cu primul fir;

-  $y_1^{2nd}$  este ordonata celui de-al doilea fir pe direcția y care se împletește cu primul fir;

-  $x_n^{1st}$  este abscisa primului fir pe direcția x pentru porțiunea n;

-  $y_n^{1st}$  este ordonata primului fir pe direcția y pentru porțiunea n.

Unghiurile  $\varphi$  și  $\psi$  sunt precizate în Fig.3.31.

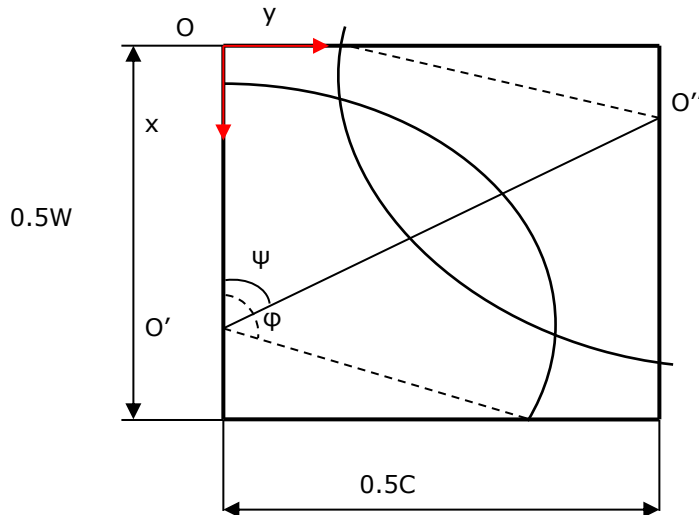


Fig. 3.31. Diagrama schematică a unității de celulă din tricotel simplu de bătătură glat [Lengyel, B., 2015]

În funcție de dimensiunea celei din planul RVE s-a determinat unghiul  $\varphi=145.264^\circ$ . Unghiul  $\varphi$  a fost împărțit în opt unghiuri egale, rezultând opt segmente liniare egale pe fiecare cubă a firului de tricot.

Astfel, prin aplicarea modelul Leaf și Glaskin au fost stabilite coordonatele de început și de sfârșit al fiecărui segment, respectiv, a fost calculată lungimea fiecărui segment și orientarea lor, folosind rel. (3.15) și (3.16):

$$L_i = \sqrt{(x_{end,i} - x_{beg,i})^2 + (y_{end,i} - y_{beg,i})^2} \quad (3.15)$$

$$\alpha_i = \tan^{-1} \left( \frac{x_{end,i} - x_{beg,i}}{y_{end,i} - y_{beg,i}} \right) \quad (3.16)$$

unde: -  $L_i$  este lungimea de fir totală;

-  $\alpha_i$  este unghiul format dintre lungimea firului și raza ochiului de fir;

-  $x_{end,i}$  este abscisa lungimii de fir pe direcția x;

-  $x_{beg,i}$  este abscisa lungimii de fir pe direcția x;

-  $y_{end,i}$  este ordonata lungimii de fir pe direcția y;

-  $y_{beg,i}$  este ordonata lungimii de fir pe direcția y.

Folosind rel. (3.15) și (3.16), coeficientul de Krenchel a fost calculat ca  $\eta=0,273$ .

Modulul lui Young al materialului compozit a fost calculat pe baza rel. (3.15) rezultând:

$$E_c = \eta V_f E_f + V_m E_m = 0.273 \cdot 0.112 \cdot 1174.15 + 0.888 \cdot 3.93 = 39.044 \text{ MPa} \quad (3.17)$$

Comparând valoarea modulului lui Young dat de relația (3.17) cu valoarea obținută experimental (Tab.3.3), rezultă o abatere:

$$\text{Abatere [\%]} = \frac{39,044 - 36,75}{39,044} \cdot 100 = 5,8[\%].$$

Rezultă o concordanță acceptabilă între evaluarea analitică și cea experimentală a modulului lui Young. Această concluzie este foarte importantă întrucât pentru pielea sintetică analizată nu există informații privitoare la valorile modulului lui Young și singura posibilitate de evaluare este metoda analitică în acest caz.

### 3.3. Cercetări analitice și experimentale privind proprietățile elastice ale tricotelui glat a materialelor sintetice utilizate la tapițerii

În acest studiu sunt analizate două materiale sintetice utilizate frecvent la tapițerii în industria mobilei. Un material este cu matricea din PU și cel de-al doilea cu matricea PVC. Pentru evaluarea proprietăților elastice au fost utilizate metode analitice și metode experimentale. Evaluarea analitică a elasticității materialului a fost realizată pe baza unei abordări micromecanice, luându-se în considerare

coeficientul lui Krenchel pentru orientarea fibrelor de poliester și pe baza modelelor analitice ale lui Leaf și Glaskin sau Chamis.

Datele experimentale au fost colectate cu ajutorul analizei realizate la microscop dar și prin metoda de încercare cu excitație prin impuls mecanic, realizată în Laboratorul de Rezistența Materialelor, U.P.Timișoara. Rezultatele analitice au arătat o bună corelare cu cea din studiul experimental. Astfel, s-a confirmat faptul că modelul Leaf și Glaskin și modelul Chamis au o precizie bună ca predicție a orientării fibrelor și a proprietăților elastice, ale pieii sintetice cu tricot simplu de structură glat. Pentru a determina proprietățile mecanice trebuie să se cunoască structura tricotată, lungimea firului dintr-un ochi, parametrii firelor din structura tricotată.

Cele mai utilizate modele geometrice de calcul pentru lungimea unui fir din tricot au fost examinate de către Alenka Pavko-Cuden și colab. [Alenka, P.C., 2013]. Aceste modele geometrice sunt: Pierce, Dalidovici, Vekassy și Morooka & Matsumoto.

Ei au studiat lungimea firului dintr-un ochi tricotat cu ajutorul parametrilor structurii tricotate (Fig.3.32): lățimea ochiului (A), înălțimea ochiului (B), lungimea ochiului (l), grosime fir (d) și grosimea materialului (t).

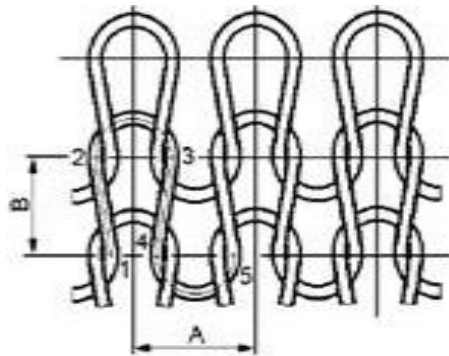


Fig.3.32. Reprezentarea structurală a unui tricot simplu glat cu parametrii de structură [Comandar, C., 1998]

Grosimea materialului (t) este unul dintre cei mai importanți parametri ai materialului tricotat, care influențează proprietățile de izolare, de protecție împotriva radiațiilor UV, consumul de material și de permeabilitate a aerului. Lungimea ochiului (l) este influențată de compoziția firelor, structura firelor, densitatea firelor liniare, structura materialului tricotat, viteza de tricotare, gabaritul mașinii, etc. [Alenka, P.C., 2009, 2011]. H.R. Karimi și colab. [Karimi, H.R, Jeddi, A.A., 2009] au analizat comportamentul teoretic al extinderii materialului tricotat din bătătură, bazat pe Teorema lui Castigliano. Această teoremă a fost utilizată ca metodă principală și a oferit o relație teoretică între modulul tricotului și geometria structurii tricotate.

O analiză a comportamentului inițial de încărcare-extensie a tricotului, este de asemenea, prezentat de Leaf și Kandil [Leaf, G.A.V L., Kandil, H., 1980], în care au arătat că elasticitatea materialului depinde de structura tricotului, cum ar fi CPC (cursa de tricotare pe centimetru), WPC ( înălțime tricot pe centimetru), și lungimea ochiului din tricot.

Proprietățile firelor, cum ar fi compresia, extinderea și rigiditatea la îndoire au fost luate în considerare, în plus față de caracteristicile materialului textil și

factorul de etanșeitate. Dusserre și colab. [Dussere, G., Balea, L., Bernard, G., 2014] au analizat materialele textile compozite tricotate cu fire încrustate prin modele micromecanice. Aceste modele au fost studiate pornind de la unele teorii dezvoltate de Chamis [Chamis, C.C., 1989], regula amestecurilor [Araujo, M., Fanguero, R., Hong, H., 2004; Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000; Rudd, C.D., Middleton, V., 1990; Krenchel, H., 1964], și modelul Uemura [Uemura, M., Ataka, N., 1984]. Pentru a anticipa comportamentul elastic al materialelor compozite tricotate din bătătură, Ruan & Chou [Ruan, X., Chou, TW., 1996] au propus un model mixt bazat pe izo-tulpină și izo-stres. Modelul de izo-tulpină a fost utilizat în procesele de asamblare sub-volum ale firelor curbate în cursul și direcția de tricotare; acestea sunt asamblate în serie, folosind modelul iso-stres. Acest model a fost aplicat pe tricotul neted-cusut. Accentul a fost pus pe proprietățile elastice ale materialului compozit în direcție longitudinală și transversală, a structurii tricotat tricot simplu glat, precum și a foi de PVC și PU.

Primul material testat a fost un material utilizat la fabricarea de foi pentru prelate mașini și tapițerie huse scaune pentru mașini. Probele au avut următoarele caracteristici: conținutul de constituenți: 11.328% fibre de poliester (structura tricotată); PU% 88.671 spumă flexibilă (matrice de poliuretan). Reprezentarea structurală a tricotului utilizat este prezentată în Fig. 3.33.

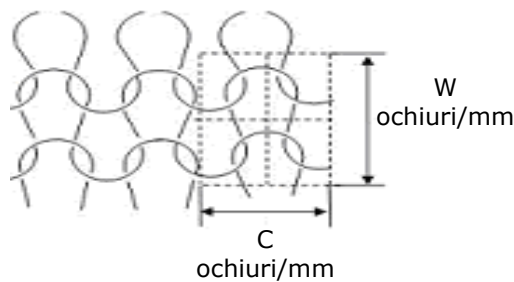


Fig. 3.33. Reprezentarea structurală a tricotului simplu glat pentru proba 1 cu PU [Lengyel, B., 2015]

Al doilea material este din piele sintetică utilizată în special pentru tapițerie folosite la paturi, scaune, etc. Compoziția sa este: fibre poliester 13.75% (structura tricotată); P.V.C% 81.25 spumă flexibilă (matrice de policlorvinil) și 5% constituenți organici. Materialele tricotate, care sunt suportul materialului compozit, se realizează pe mașini rectilinii și se obțin prin tricotarea succesivă a unui sau a mai multor fire în direcție transversală, rezultând un tricot simplu glat [Comandar, C., 1998]. Pe lângă cele două matrice diferite ale materialelor analizate, o altă diferență este că, în structura materialului simplu tricotat glat care are fața din PVC, apare un fir suplimentar tricotat în raport 1:3 (un singur ochi conține un fir suplimentar și următoarele trei nu au acest fir suplimentar), Fig .3.34.



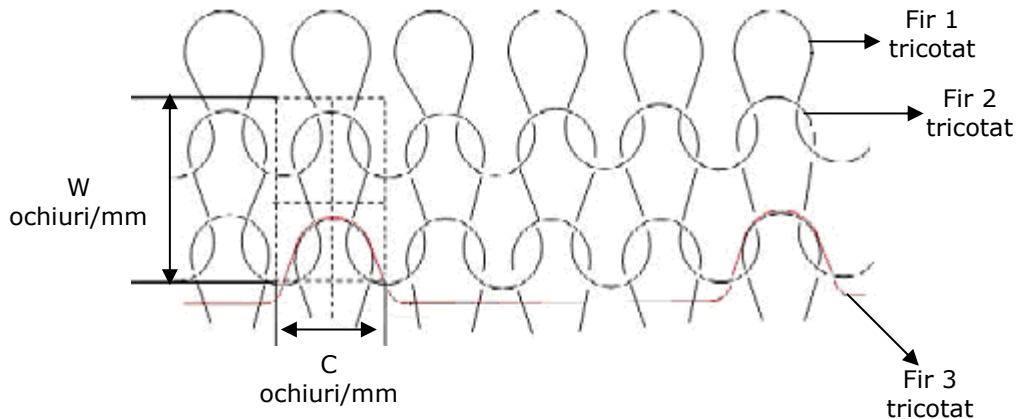


Fig. 3.34. Representarea structurală a tricotelui simplu glat pentru proba 2 cu PVC (cu un fir suplimentar în raport de 1: 3) [Lengyel, B., 2015]

Analiza microscopică a celor două tricoturi a fost utilizată pentru a determina parametrii de structură și parametrii geometrici. În Fig.3.32, parametrii de structură sunt: (A) pasul ochiului, este distanța dintre axele de simetrie a două bucle vecine [mm], iar (B) este înălțimea ochiului [mm].

Pentru modelul analitic sunt necesari trei parametri geometrici: diametrul firelor din fibre,  $d$  (cm), ochiurile din tricot pe direcția șirurilor pe unitatea de lungime, numit număr Wale,  $W$  (ochiuri/cm), și ochiurile din tricot pe direcția rândurilor pe unitatea de lungime, număr Course,  $C$  (ochiuri/cm).

Parametrii de structură și parametrii geometrici ai structurii tricotate glat analizați sunt:  $C=A$  și  $W=2B$ . Reprezentarea unei celule cu parametrii de structură precizați anterior este ilustrată în Fig. 3.35.

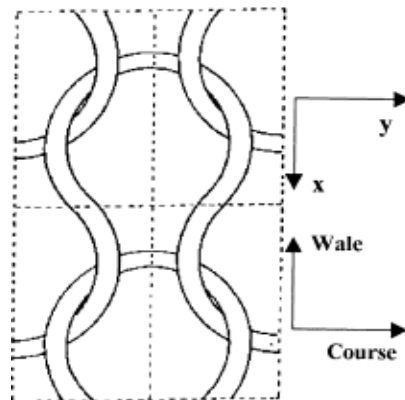


Fig.3.35. Reprezentarea unei celule de tricot cu parametrii geometrici [Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000]

La analiza microscopică pentru primul material cu poliuretan (PU), au rezultat următoarele valori pentru parametrii geometrici:  $C=A=0,675$  ochiuri/mm,  $W=0,842$  ochiuri/mm,  $B=0,421$  ochiuri/mm și  $d=0,18$  mm. Pentru al doilea material, cu policlorură de vinil (PVC), parametrii au fost:  $C=A=0,83$  ochiuri/cm,  $W=1,76$  ochiuri/mm,  $B=0,88$  ochiuri/cm și  $d=0,20$ mm. Ramakrishna și colab.[Huang, Z., Ramakrishna, S., 2000] pentru evaluarea analitică a proprietăților

elastice ale materialelor compozite au aplicat un model care a fost elaborat de cercetătorii Leaf, Glaskin și Chamis.

Același algoritm de calcul a fost folosit în această studiu pentru a obține proprietățile elastice analitice ale celor două materiale alese. Parametrii  $V_{fy}$  (volumul fracție al firului), proprietățile elastice unidirecționale ale materialelor: constantele laminatului în planul elastic (modulul de elasticitate în direcțiile fibrelor ( $E_{11}$ ) și în direcție transversală ( $E_{22}$ ), coeficientul lui Poisson ( $\nu_f$ ), modulul de forfecare ( $G_{12}$ ) și unghiul dintre segmentul K și  $\psi_K$  direcția de încărcare.  $E_{11}$ ,  $E_{22}$ ,  $\nu_{12}$  și  $G_{12}$  se calculează din proprietățile elastice ale fibrelor și matricei (modulul de întindere, respectiv  $P$  și  $G_m$ ), folosind un model de omogenizări a unui laminat unidirecțional, Ramakrishna și colab. au introdus coeficientul lui Krenchel  $\eta$ , în calculul modulului lui Young al modelului Chamis, conform rel. (3.18), (3.19), (3.20), (3.21):

$$E_{11} = \eta \cdot V_{fy} E_f + (1 - V_{fy}) E_m \quad (3.18)$$

$$\nu_{12} = V_{fy} \nu_f + (1 - V_{fy}) \nu_m \quad (3.19)$$

$$E_{22} = \frac{E_m}{1 - V_{fy} \left( 1 - \frac{E_m}{E_f} \right)} \quad (3.20)$$

$$G_{12} = \frac{G_m}{1 - V_{fy} \left( 1 - \frac{G_m}{G_f} \right)} \quad (3.21)$$

Pentru tricoturi cu fața netedă, cum este tricotul glat, factorul Krenchel  $\eta$ , depinde de  $L_i$ , care este lungimea totală a firului de fibre în RVE (Reprezentant Volume Element), Fig.3.36 a-b, iar  $\alpha_i$  este unghiul unui segment de fire considerate  $L_i$ , rel. (3.22):

$$\eta = \frac{1}{L} \int_0^L \cos^4(\alpha) dL \approx \frac{1}{L} \sum_{i=1}^M L_i \cos^4(\alpha_i) \quad (3.22)$$

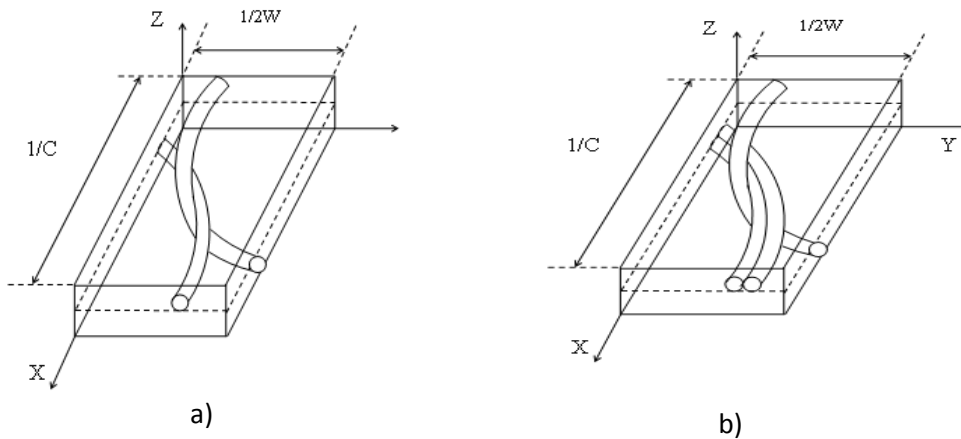


Fig.3.36. a) Reprezentarea schematică a celulei unite în planul RVE, cu două fire tricotate, pentru materialul cu PU  
b) RVE de țesătură netedă tricotate cu 3 fire (proba 2 cu PVC) [Lengyel, B., 2015]

Leaf și Glaskin determină coordonatele pentru primul și al doilea fir a secțiunii RVE de-a lungul sistemului de axe  $x, y, z$ , bazate pe  $W$  (ochi/mm),  $C$  (ochi/mm) și  $d$  (cm). Pentru al doilea material testat în secțiunea RVE avem 3 fire, două fire tricotate împreună, iar al treilea este ancorat peste cele două, (Fig. 3.36-b).

Încercările privind materialele alese au fost realizate și în conformitate cu standardul ASTM E 1876-01 (Standard Test Method for Dynamic Young's modulus, Shear modulus and Poisson's Ration by Impulse Excitation of Vibration). Metoda de testare pentru modulul dinamic al lui Young, modulul de forfecare și coeficientul lui Poisson prin excitarea de vibrații prin impuls mecanic asupra materialului. Dimensiunile celor patru eșantioane au fost de: 6 mm în diametru, și grosime:  $t=0,96$  mm (pentru primul material cu PU), și  $t=0,84$  mm (al doilea material cu PVC).

În funcție de dimensiunea celulei RVE s-a determinat unghiul  $\varphi$ :  $\varphi=158.283^\circ$  pentru primul material PU, și  $\varphi=145.264^\circ$  pentru al doilea material cu PVC. Unghiul  $\varphi$  a fost apoi împărțit în opt unghiuri egale, rezultând opt segmente liniare egale pe fiecare fir din tricot curbat.

Astfel, aplicarea modelului lui Leaf și Glaskin au fost stabilite coordonatele primului segment de fir și al ultimului segment. S-au calculat pentru primul material cu PU,  $\eta = 0.298$ , și  $L_{RVE} = 2.111$ ,  $V_f = 0.10 \text{ m}^3$ ;  $V_m = 0.9 \text{ m}^3$  pentru primul material cu PU; iar pentru cel de-al doilea material cu PVC,  $\eta = 0.271$ ,  $L_{RVE} = 3.442$ ,  $V_f = 0.11 \text{ m}^3$ , și  $V_m = 0.88 \text{ m}^3$ .

Rezultatele analitice obținute au fost comparate cu cele experimentale din literatura de specialitate [Huang, H. Z., 2000], (Tab.3.4).

Tab.3.4. Rezultatele proprietăților elastice ale materialelor analizate [Lengyel, B., 2015]

Eșantion	Mod. lui Young E11 [Mpa]		Abater e [%]	Mod. lui Young E22 [Mpa]	Mod. de forfecare G [Mpa]		Abat ere [%]	Coeficientul lui Poisson $\gamma$		Abatere [%]
	Anal.	Exp.			Anal.	Exp.		Anal.	Exp.	
Înloc. piele cu PU	63.16	69.77	9.47	2.29	24.67	29.43	16.17	0.185	0.204	9.31
Înloc. piele cu PVC	37.76	38.73	2.50	3.96	14.98	16.98	11.77	0.141	0.162	12.96

1. Modulul lui Young ( $E_{11}$ ) pentru înlocuitor de piele cu (PU) în direcția 1 de orientare a fibrelor este mai mare decât modulul lui Young de piele sintetică cu (PVC) în aceeași direcție, atât pentru determinarea experimentală și analitică cu o abatere de 9,47 [%].
2. În direcția de orientare a fibrelor 2, modulul lui Young ( $E_{22}$ ) din material (PU) este mai mică decât a materialului (PVC).
3. Modulul de forfecare (G) în direcție longitudinală este mai mare pentru piele sintetică (PU), deoarece este un material mai rigid, comparativ cu cea a materialului 2 (PVC), abatere de 29,43 [%].
4. Coeficientul lui Poisson al materialului (PU) este mai mare decât materialul (PVC), deoarece primul material este mai rigid și mai greu decât din PVC, care este moale și flexibil, abatere de 9,31 [%].
5. Corelația analitică a proprietăților mecanice ale pielii sintetice este foarte importantă pentru o bună evaluare a acestor materiale în aplicații industriale, încă din faza de proiectare.
6. Modelele micromecanice s-au dovedit a fi foarte utile pentru înțelegerea și analizarea proprietăților elastice din piele sintetică. Analizând valorile obținute prin cercetări analitice și cele experimentale, se pot obține noi informații cu privire la comportamentul materialelor din piei sintetice. În felul acesta se poate realiza un nou design a structurii simple din bătătură glat, care conferă materialului de ansamblu caracteristici mecanice mai bune.

### 3.4. Cercetări analitice privind deformarea tricotelui glat din materialul sintetic utilizat la tapiterii

În cadrul acestui studiu a fost analizată natura materialului tricotel reprezentând suportul pentru două materiale din piele sintetică (PU și PVC). În acest mod s-a calculat geometria ochiului de tricotel folosind diferite modele de evaluare a deformării relative a suprafeței, în cazul în care are loc o încărcare biaxială (de-a lungul rândurilor și a șirurilor tricotelui). Rezultatele obținute au pus în evidență deformarea relativă de 6,29% pentru materialul cu matrice (PU) și deformarea relativă de 9,41% pentru materialul cu matrice (PVC). Obiectivul primordial al acestui studiu a fost acela de a obține o mai bună caracterizare a materialelor studiate anterior atunci când se vrea a fi utilizate în diferite zone din industrie.

Forma unui ochi de tricotel este o curbă spațială în funcție de materia primă din care este realizat tricotel, mașinile folosite pentru fabricarea lui, parametrii tehnologiilor de fabricație, modelul ales și metoda de finisare.

Pentru a studia caracteristicile structurii tricotelate glat sunt folosite de obicei trei metode:

1. Metode experimentale, care constau în setări diferite pentru parametrii tehnologici în conformitate cu intervalele de timp bine definite, apoi măsurarea rezultatelor de ieșire stabilindu-se astfel cea mai bună proiectare și metoda de fabricație.

2. Metode experimentale, care studiază încărcările (tracțiune, încovoiere) a firului în timpul prelucrării precum și tensiunile care apar în nodurile legăturilor sub aceste încărcări [Comandar, C., 1998, Alenco, P.C., 2011].

3. Metode analitice care utilizează diferite ecuații teoretice pentru a studia parametrii geometrici ai structurii tricotelate [Alenco, P.C., 2005, Dalidovici, A.S., 1948, Hearle, J.W.S., 1969, Korlinski, W., 1985].

În studiul efectuat s-au utilizat metodele experimentale cu privire la tracțiune și analitice.

După detașarea tricotelui din matricea de poliuretanel (PU), respectiv, tricotel din matricea de policlorvinil (PVC), au fost decupate eșantioane de material pentru testare. Fiecare eșantion de material a avut o lungime de 250 mm și lățimea de 25 mm.

Încercările experimentale au fost efectuate conform standardului ASTM D 5083-02 (Standard Test Method for Tensile Properties of Reinforced Thermosetting Plastics Using Straight-Sided Specimens), pe o mașină de testare Zwick Roell 5 [kN], epuvetele fiind supuse la o întindere uniaxială, Fig. 3.37(a-c).

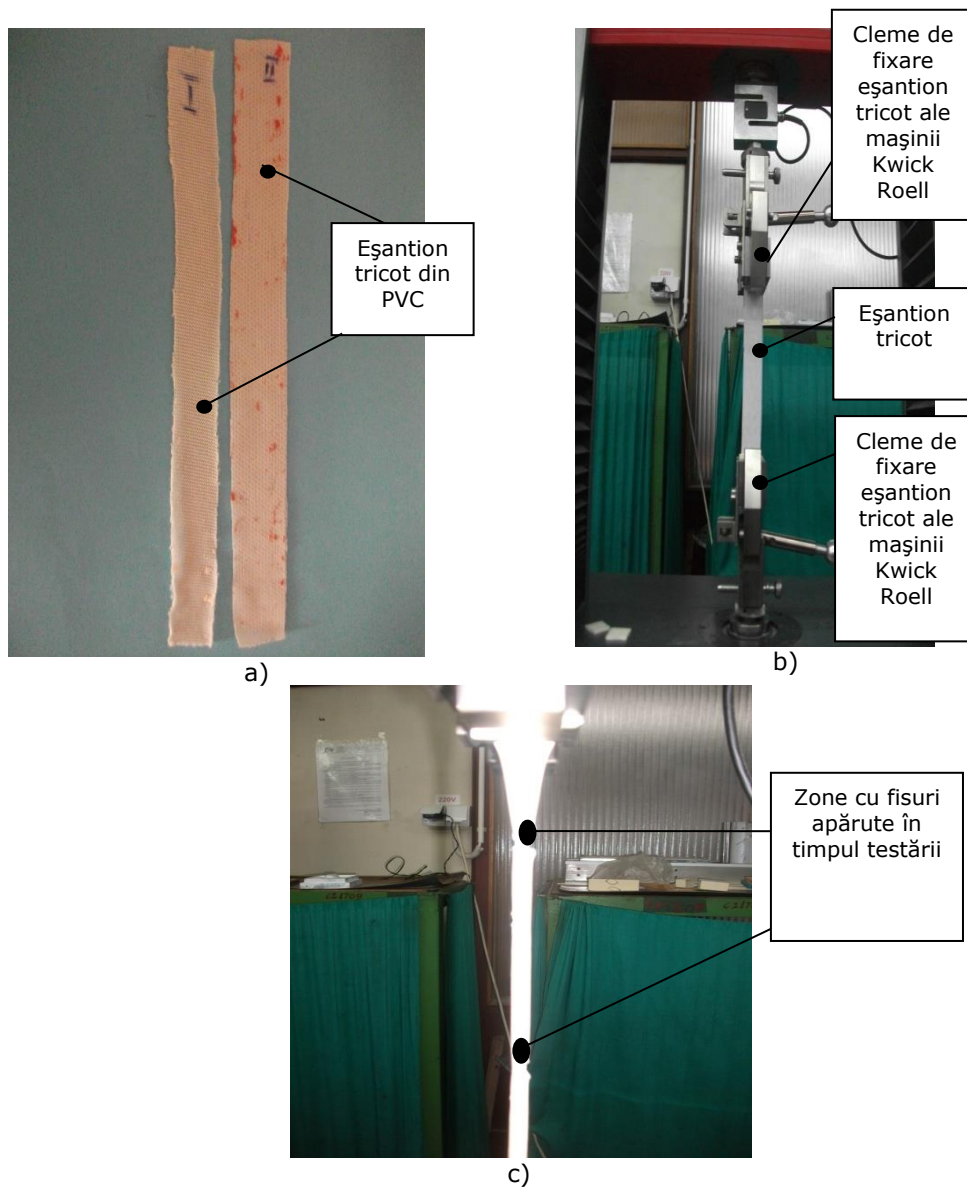


Fig.3.37. Imagini cu eșantioanele de tricot supuse testării: a) imagine cu cele două eșantioane din tricot de PU și PVC; b) Imagine din timpul testelor; c) Imagine din timpul testelor surprinzând momentul ruperii eșantionului.

Variațiile proprietăților mecanice în funcție de direcția de solicitare sunt prezentate în (Fig. 3.38 a-b).

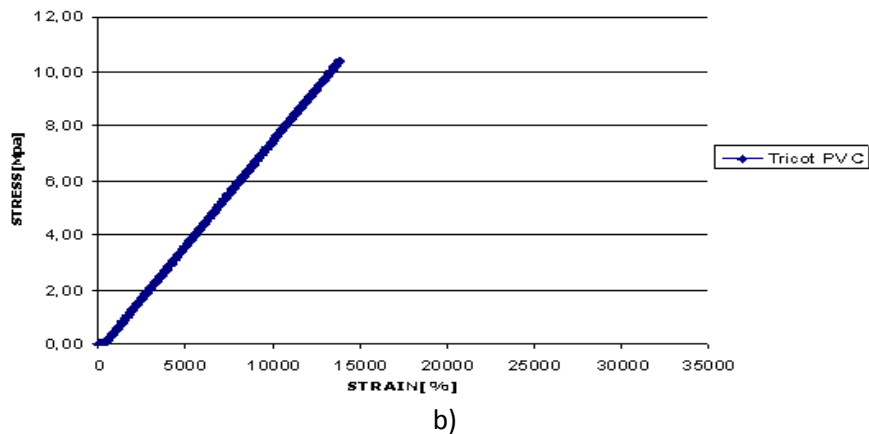
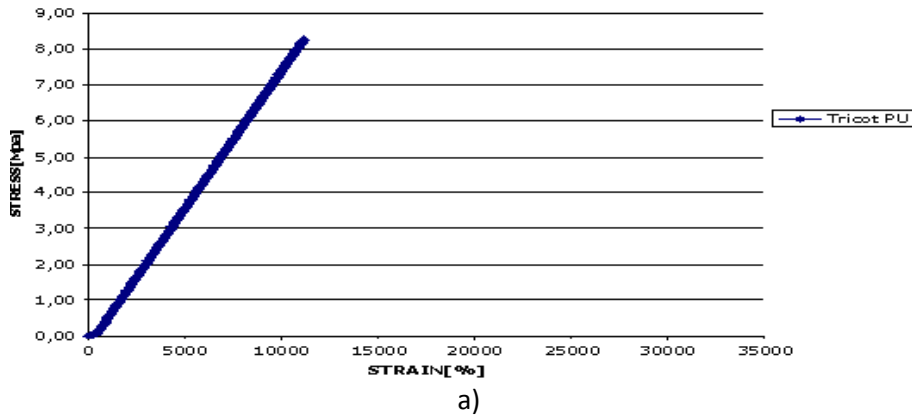


Fig.3.38. Cubele de tensiune-deformație specifică a materialelor din tricot: a) tricot cu matrice din (PU); b) tricot cu matrice din (PVC)

Direcția rândului ochiurilor din tricot are un rol determinant asupra proprietăților mecanice ale materialelor compozite ca piei sintetice din poliuretan.

Din analiza curbelor de tracțiune tensiune-deformație se observă comportamentul elastic a materialului din PVC comparativ cu cel din PU la ruperea finală, ceea ce face utilizarea acestui material în proporție de 90% la tapițarea fotoliilor și a scaunelor de birou și uz casnic.

Pentru studiul analitic al tricotelui a avut loc o analiză microscopică pentru a obține valorile parametrilor de structură. Pentru primul material tricotat simplu glat: pasul ochiului ( $A=0,67$  mm), înălțimea ochiului ( $B=0,42$  mm) și diametrul firului ( $d=0,18$  mm).

Luând în considerare faptul că al doilea material tricotat are în componență un al treilea fir suplimentar, parametrii de structură se calculează folosind rel. (3.23), (3.24), (3.25):

$$A_m = \frac{(R-1)A_f + A_c}{R} \quad (3.23)$$

$$B = C \cdot A_m \quad (3.24)$$

$$0.8 \leq C \leq 0.865 \quad (3.25)$$

unde: -  $A_m$  este pasul mediu pe raport al ochiurilor și are o valoare de 0,822 mm;

- $R$  este raportul de dispunere a punctelor de legare a firului care este flutat dintr-un rând în număr de șiruri, valoarea sa pentru acest material este 4 (raportul de tricotare este 1:3);
- $A_f$  -este pasul firului din ochi pentru porțiunea fără al treilea fir și are valoarea de 0,83 mm și a fost determinată în timpul analizei microscopice;
- $A_c$  este pasul ochiurilor de care se ancorează firul al treilea, cu o valoare de 0,8 mm;
- $C$  este coeficientul desimilor firelor din tricot cu valoarea de 0,815 corespunzând firelor de poliester;
- $B$  este înălțimea ochiului cu valoarea de 0,67 mm;
- $d$  diametrul firului cu valoarea de 0,2 mm.

Cu ajutorul parametrilor de structură determinați mai sus lungimea ochiului de tricot s-a determinat prin patru modele analitice.

Modelul Dalidovici este cel mai utilizat model pentru a calcula lungimea firului din ochi și consideră lungimea buclei să fie dependentă de parametrii de structură ( $A, B, d$ ), rel. (3.26):

$$l = 1.57A + 2B + \pi d \quad (3.26)$$

Modelul Chamberlain și Pierce consideră că lungimea buclei este dependentă de diametrul firului  $d$ , cu parametrii de structură  $A$  și  $B$ , rel. (3.27):

$$l = A + 2B + 5.94d \quad (3.27)$$

Modelul Vekassy consideră firul văzut în secțiunea sa transversală, în care diametrul este o constantă care poate calcula lungimea buclei, rel. (3.28):

$$l = 17.33d \quad (3.28)$$

Modelul propus de Morooka, Matsumoto și Morooka, consideră grosimea firului  $d$  unui parametru neglijabil, rel. (3.29):

$$l = A + 2B + 4.28d \quad (3.29).$$

Întinderea maximă sau deformarea maximă în direcția longitudinală și pe direcția transversală a tricotului a fost calculată ținând cont de faptul că, la deformarea maximă  $A$  devine  $A_{\max}$  și  $B$  devine  $B_{\max}$ , Fig.3.39 și Fig.3.40.



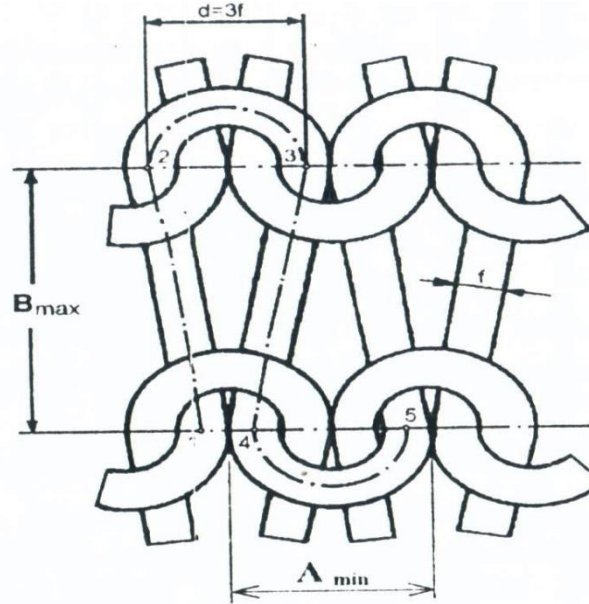


Fig.3.39. Calculul alungirii în lungime [Comandar, C., 1996]

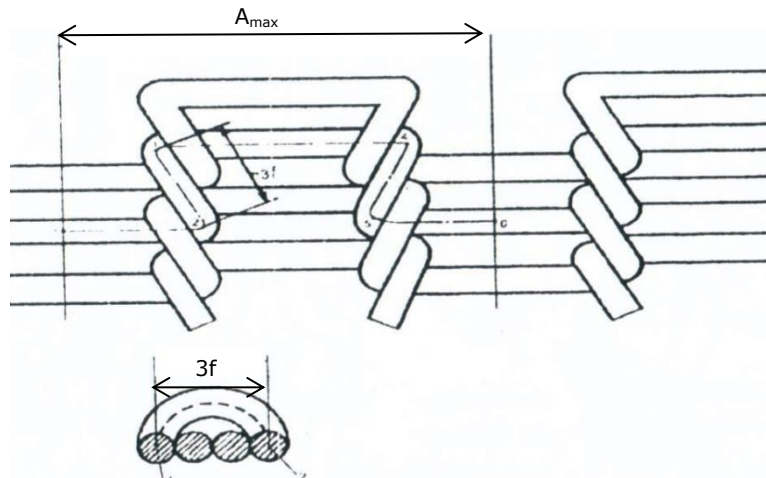


Fig.3.40. Calculul alungirii în lățime [Comandar, C., 1996]

În cazul în care întinderea este în direcție longitudinală avem rel. (3.30):

$$B_{\max} = \frac{l(1 + \delta_f) - 3\pi f}{2} \quad (3.30)$$

unde:-  $\delta_f$  este alungirea firului și  $f$  este diametrul firului.

Atunci când întinderea este în direcție transversală, rezultă rel. (3.31):

$$A_{\max} = l(1 - \delta_f) - 3\pi f \quad (3.31).$$

Pentru situația de deformare maximă în ambele direcții atât longitudinală cât și transversală rel. (3.32), (3.33) și (3.34) :

$$A_{\max} = \frac{l(1 + \delta_f) - \pi f}{2} \quad (3.32)$$

$$B_{\max} = \frac{l(1 + \delta_f) - \pi f}{4} \quad (3.33)$$

$$S_{\max} = \frac{[l(1 + \delta_f) - \pi f]^2}{8} \quad (3.34)$$

unde:  $-S_{\max}$  este suprafața unui ochi, în condițiile solicitării simultane, prezentată în Fig.3.41.

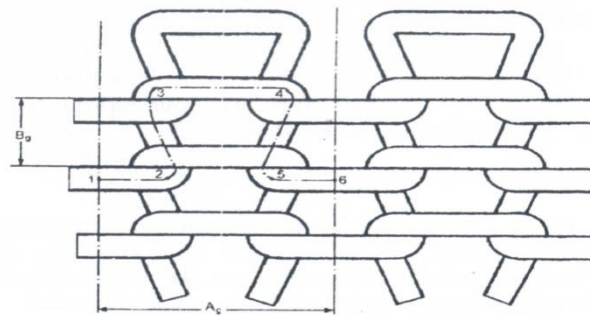


Fig.3.41. Calculul alungirii generale [Comandar, C., 1996]

Se calculează conform rel.: (3.35), (3.36),(3.37).

$$A_g = \frac{l(1 + \delta_f) - \pi \cdot f}{2} \quad (3.35)$$

$$B_g = \frac{l(1 + \delta_f) - \pi \cdot f}{4} \quad (3.36)$$

$$\delta_g = \frac{\frac{\pi}{2} [l(1 + \delta_f) - \pi f]^2 - (l - \pi \cdot F)^2}{(l - \pi \cdot F)^2} \cdot 100[\%] \quad (3.37)$$

unde:-  $A_g$  este pasul ochiului în condiții de solicitare biaxială;

- $B_g$  este înălțimea ochiului în condiții de solicitare biaxială;
- $\delta_f$  este alungirea firului;
- $l$  este lungime fir;

- $\delta_g$  este deformația relativă a suprafeței;
- $F$  este diametrul firului în stare liberă;
- $\pi$  constantă.

Rezultatele obținute, Tab.3.5 și Tab.3.6, sunt date esențiale în elaborarea unor studii teoretice privind apariția și propagarea degradării structurale în materialele sintetice din piele sintetică acoperite cu poliuretan (PU) sau policorură de vinil (PVC).

Tab. 3.5. Rezultatele studiului la deformația suprafeței tricotului glat [Lengyel, B., 2015]

Material	Modelul analitic	Lung. och. [mm]	Def. max. long. $B_{max}$ [mm]	Def. max. trans. $A_{max}$ [mm]	Def. max. a suprafa. $S_{max}$ [mm]	Def. rel. $\delta_f$ [%]
Tricot cu matrice din (PU)	Dalidovici	2.46	2.61	2.58	1.14	6.29
	Chamberlain, Pierce	2.84	1.05	0.81	1.31	4.64
	Vekkasy	3.11	1.23	2.47	1.62	4.22
	Morooka, Matsumoto, Morooka	2.28	0.68	1.36	0.77	6.54
Tricot cu matrice din (PVC)	Dalidovici	3.24	4.88	5.56	2.56	9.41
	Chamberlain, Pierce	3.49	1.39	0.12	2.05	4.16
	Vekkasy	3.46	1.37	2.75	2.02	4.19
	Morooka, Matsumoto, Morooka	3.00	1.07	2.14	1.44	5.14

Deformația maximă longitudinală ( $B_{max}$ ), deformația maximă transversală ( $A_{max}$ ) și deformația maximă a suprafeței ( $S_{max}$ ) atinge valori maxime pentru tricotul cu matrice din (PVC), când s-a utilizat modelul Dalidovici pentru calculul analitic al lungimii firului dintr-un ochi. Pentru tricotul cu matrice din (PU) valorile pentru aceste deformații sunt maxime atunci când se utilizează modelul Vekkasy.

Deformația relativă,  $\delta_f$  atinge valoarea maximă de 6,54% la tricotul cu matrice din (PU), în cadrul modelului analitic propus de Morooka și Matsumoto. Valoarea minimă de 4,22% pentru acest material din tricot cu matrice din (PU) este în cadrul modelului propus de Vekkasy.

Deformația relativă,  $\delta_f$  pentru materialul din tricot cu matrice din (PVC) atinge valoarea minimă de 4,16% în cadrul modelului analitic propus de Vekkasy, iar valoarea maximă de 9,42% se observă în cadrul modelului propus de Dalidovici.

Tab.3.6. Rezultatele proprietăților elastice ale materialelor din tricot analizate

Material tricot	Modulul lui Young E [MPa]	Rezistența Maximă la tracțiune [MPa]	Modulul de elasticitate transversal G [MPa]
Tricot cu matrice (PU)	25.87	20,21	9,65
Tricot cu matrice (PVC)	27.57	22,51	10,28

Rezistența la tracțiune, modulul de elasticitate (Modulul lui Young) și modulul de elasticitate transversal G, au valori maxime în direcția rândului de ochiuri ale tricotelui din PVC.

Valoarea mai mare a rezistenței la tracțiune după direcția rândului de tricotare, recomandă așezarea tapițeriei realizată din acest material astfel încât solicitările maxime să se producă pe această direcție.

Aceste rezultate experimentale au arătat o dependență ridicată a proprietăților mecanice ale pielii sintetice pe direcția rândului de ochiuri tricotate în raport cu direcția de încărcare.

### 3.5. Studiul analitic al rezistenței la plesnire a tricotelui glat pentru materialele sintetice folosite în industria mobilei

Pentru a dezvolta soluții constructive și ingenioase care sporesc durabilitatea în timp a materialelor din structuri tricotate care îndeplinesc rolul de suport al înlocuitorilor de piele, este necesar să se cunoască toate solicitările pentru aceste structuri din tricot.

Se prezintă un studiu analitic privind rezistența la străpungere a celor două structuri glate care reprezintă suportul înlocuitorilor de piele cu poliuretan (PU) și policlorură de vinil (PVC).

Cele mai importante proprietăți ale structurilor sunt: rezistența la plesnire, destrămarea accidentală a materialului din tricot și rularea la margini [Comandar, C., 1998, Alenko, P.C., 2013, 2011, 2010].

În această lucrare a fost aplicat modelul Vekassy, în scopul de a studia rezistența la plesnire a celor două structuri de tricot care îndeplinesc rolul de suport al înlocuitorilor de piele. Rezistența la plesnire este influențată de mai mulți factori: structura generală a materialului, parametrii de structură ai tricotelui, materiile prime utilizate, procesul tehnologic ales și parametrii mașinii de tricotare [Hui, C.L., 2012, Tansif, M., 2015, Chakraborty, J.N., 2012, Petrusis, D. 2012].

Modelul Vekassy consideră că tricotelul glat se deformează având forma unei calote sferice și încărcările sunt uniform distribuite așa cum se vede în Fig.3.42.

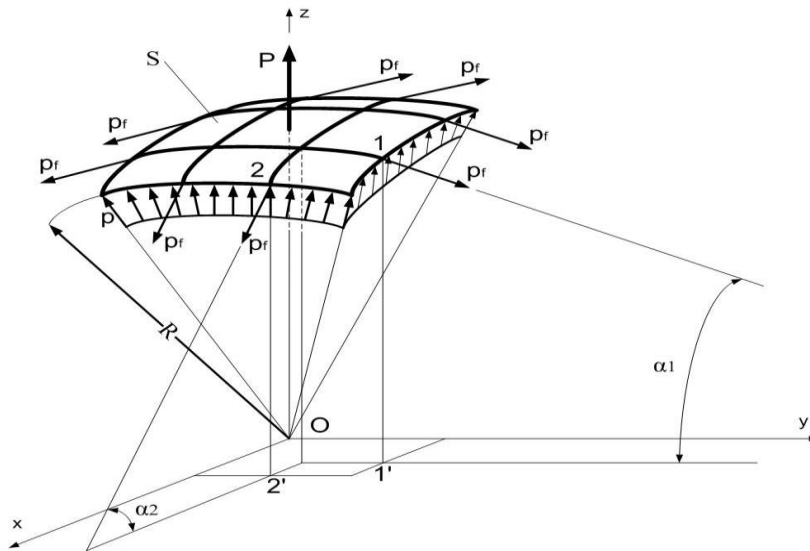


Fig. 3.42. Modelul Vekassy [Lengyel, B., 2015]

Pe suprafața S, a tricotului acționează o forță P echivalentă ca rezultat a presiunilor elementare p.

Sistemul de coordonate ales îndeplinește următoarele condiții:

- Forța P trebuie să coincidă cu axa Oz;
- Direcția rândurilor de tricot este paralelă cu planul yOz. Unghiurile formate de direcțiile normale pe contur  $p_f$ , buclele de platină și flancurile, iar planul xOy sunt notate cu  $\alpha_i$ .

c). În fiecare element deformat, presiunea p este echilibrată de proiecțiile forțelor elementare  $p_f$  în direcția forței aplicate P. În cazul în care forțele de frecare sunt neglijate, pentru echilibru obținem rel. (3.38):

$$P = \sum_{i=1}^8 p_f \cdot \sin \alpha_i \quad (3.38)$$

Conform Fig.3.42, se poate scrie:  $\alpha_1 = \alpha_4$ ,  $\alpha_5 = \alpha_8$ , și  $\alpha_2 = \alpha_3$ ,  $\alpha_6 = \alpha_7$ .

În cazul în care s este considerat un element de suprafață deformabilă, care are elementul de presiune p și ținând cont de egalitatea unghiurilor, relația anterioară devin rel. (3.39):

$$p = \frac{4p_f(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)}{s} \quad (3.39)$$

Rel.(3.39), evidențiază legătura dintre presiunea p, care are ca efect deformarea ochiului din fir până la plesnire, proprietățile mecanice ale firului, dimensiunile ochiului și grosimea tricotului.

Pentru a ilustra influența coeficientului de acoperire liniară de presiune elementară, este necesar să se calculeze unghiurile  $\alpha_i$ , precum și de a formula

suprafața elementară în funcție de dimensiunile ochiului aflat în stare deformată. Deoarece raza sferei de deformare,  $R$ , este mult mai mare decât noile dimensiuni ale ochiului poate fi admis că elementul de suprafață deformabil cu dimensiunile inițiale ale ochiului: pasul ochiului ( $A$ ); înălțimea ochiului ( $B$ ) vor avea următoarea formă dată de rel. (3.40), (3.41):

$$S = A_g \cdot 2B_g$$

$$\alpha_1 = \frac{A_g}{2 \cdot R},$$

$$\alpha_2 = \frac{B_g}{R}$$
(3.40)

$$p = \frac{p_f}{R} \cdot \frac{A_g + 2B_g}{l(1 + \delta_f) - \pi \cdot f}$$
(3.41)

Pentru 1 fir, fracția  $\frac{p_f}{F} = k$ , iar (3.41) devine:

$$p = \frac{l}{R} \cdot \frac{8 \cdot k}{\delta_l(1 + \delta_f) - \pi \cdot \frac{f}{F}}$$
(3.42)

unde: -  $p$  reprezintă presiunea elementară pe suprafața unui ochi de tricot glat (rezistența la plesnire);

- $p_f$  sunt proiecțiile presiunilor elementare în direcția forței aplicate;
- $R$  este raza sferei de deformare a tricotului (pentru o încărcare uniformă);
- $l$  este lungimea firului;
- $f$  este diametrul firelor;
- $F$  este diametrul firului în stare liberă;
- $\delta_f$  este alungirea firului;
- $\delta_l$  este coeficientul linir de acoperire.

Această ecuație scoate în evidență dependența presiunii elementare asupra proprietăților fizico-mecanice ale firului, coeficientul de acoperire liniară și raza sferei deformabilă. Raza este determinată în funcție de parametrii structurali și proprietățile materiilor prime fiind determinată prin măsurători.

Rezultatele obținute ale parametrilor de structură ale celor două structuri de tricot glat obținute după măsurătorile microscopice sunt prezentate în Tab.3.7.

### 3.5 - Studiul analitic al rezistenței la plesnire a tricotelui glat pentru materialele sintetice 97

Tab. 3.7. Valorile parametrilor de structură după studiul microscopic [Lengyel, B., 2015]

Mostră eșantion material tricotel	Pasul ochiului A [mm]	Înălțimea ochiului B [mm]	Lungimea firului din ochiul tricotel l [mm]	Diametrul firului d [mm]	Grosimea tricotelului t [mm]
Eșantion 1 (matrice PU)	0.668	0.43	2.45	0.181	0.4
Eșantion 2 (matrice PVC)	0.812	0.78	2.78	0.21	0.38

Rezultatele rezistenței la plesnire sunt prezentate în Tab.3.7, și sunt în acord cu modelul Vekassy.

Tab. 3.8. Rezistența la plesnire a celor două materiale studiate [Lengyel, B., 2015]

Materialele analizate	Rezistența la plesnire [N/mm <sup>2</sup> ]
Tricot cu matrice (PU)	1,023
Tricot cu matrice (PVC)	2,11

Aplicând Modelul Vekassy asupra tricotelui glat, oferă o mai bună înțelegere a proprietăților fizico-mecanice ale tricotelui atunci când acesta este supus unor deformări. Proprietățile elastice și mecanice ale firelor sunt de o mare importanță atunci când este necesară cercetarea și proiectarea unui nou material de tricotel.

Acest studiu a arătat că materialul cu matrice poliuretan (PU) are o rezistență mult mai mică la spargere decât materialul cu matrice policlorvinil (PVC); astfel materialele cu matrice din PVC sunt preferabile pentru aplicații de mare uzură. Rezultatele analitice obținute în această lucrare sunt elemente cheie în studiul de degradare structurală a suportului de tricotel pentru materiale din înlocuitori de piele cu matrice din policlorvinil (PVC) și cu poliuretani (PU).

Dacă comparăm rezultatele analitice cu cele experimentale: rezistența la tracțiune, modulul de elasticitate (Modulul lui Young) și modulul de elasticitate transversal G, au valori maxime în direcția rândului de ochiuri ale tricotelui din PVC.

Valoarea mare a rezistenței la tracțiune după direcția rândului de tricotare, recomandă așezarea tapițerii realizată din acest material astfel încât solicitările maxime să se producă pe această direcție.

Calculul analitic la plesnire s-a efectuat în ipoteza solicitărilor multiaxiale de tracțiune ceea ce desigur conduce la ideea obținerii unor rezultate diferite pentru proprietățile mecanice și elastice în comparație cu cazul solicitării uniaxiale de tracțiune pentru care s-au realizat încercările experimentale.

Materialul tricotel cu matrice din (PU) pe direcția rândului de ochiuri tricotelate în raport cu direcția de încărcare, are valoarea rezistenței maxime la tracțiune până în momentul plesnirii de 20,21 [MPa].

Aceste studii sunt importante pentru analiza materialelor din înlocuitori de piele utilizați în tapițerii, pentru a putea identifica zonele cu grad ridicat de deteriorare a materialului tricotelat, suport al înlocuitorilor de piele cu matrice polimerică.

## Concluzii

Capitolul de cercetări privind proprietățile mecanice și elastice ale înlocuitorilor de piele a avut ca scop principal realizarea unor determinări pentru o serie de materiale compozite textile foarte puțin studiate ce ridică probleme controversate în lumea industrială și tehnică.

Pentru început s-au realizat cercetări experimentale privind proprietățile mecanice ale pielii sintetice din PU, utilizat în primul rând la confecționarea prelatelor și a corturilor. Pentru aceste teste au fost secționat probe de material în funcție de rândul de ochiuri tricotat, la 4 unghiuri diferite ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  and  $90^\circ$ ), conform ASTM D 4000-00 (Standard Classification System for Specifying Plastic Materials). La acest material au fost determinate următoarele caracteristici: rezistența la tracțiune maximă, alungirea la rupere, modulul de elasticitate a lui Young, modulul lui Poisson.

Aceste rezultate experimentale au arătat o dependență ridicată a proprietăților mecanice ale pielii sintetice pe direcția rândului de ochiuri tricotate în raport cu direcția de încărcare.

Pe parcursul cercetării acestor materiale compozite polimerice au fost abordate din prisma cercetării micromecanice privind elasticitatea pielii sintetice din PVC. Materialul care a fost analizat în acest studiu este o piele sintetică comercială cu denumirea "Capranova Ciftip", produs de Sahinler Tic. Ltd. Sti., Istanbul.

Au fost analizate proprietățile mecanice atât experimental dar și analitic bazat pe un model micromecanic luând în considerare coeficientul lui Krenchel. Studiul descris pune accentul pe de o parte de acuratețea modelelor analitice pentru estimarea proprietăților mecanice ale materialelor pe bază ale pieii sintetice și pe de altă parte, arată efectul cumulativ al proprietăților mecanice ale firelor, ale tricotului și respectiv ale polimerului din PVC; dar și de proprietățile mecanice ale materialului ca și un material compozit.

La finalul testărilor a rezultat o concordanță acceptabilă între evaluarea analitică și cea experimentală a modului lui Young.

În partea a treia a cercetării s-a pus accent pe proprietățile mecanice ale tricotului glat care este suportul materialului compozit. Deformarea acestui tricot s-a observat analitic prin diferite modele geometrice de calcul atât pentru primul material cu matrice din PU cât și pentru cel de-al doilea cu matrice din PVC. Modelele geometrice analizate în acest studiu sunt: Chamberlain, Pierce, Dalidovici și Vekassy.

Rezultatele teoretice și experimentale obținute privind deformația relativă, deformația maximă transversală și deformația maximă longitudinală a tricotului analizat sunt elemente esențiale în elaborarea unor studii teoretice și experimentale privind apariția și propagarea degradării structurale în materialele sintetice din piele sintetică acoperite cu poliuretan (PU) sau policorură de vinil (PVC).

În ultima parte a studiului din acest capitol a fost rezervat studiului cu privire la calculul analitic al rezistenței la plesnire a tricotului glat pentru aceste două materiale compozite polimerice utilizate în industria mobilei. Pentru a elabora noi soluții constructive și ingenioase care sporesc durabilitatea în timp a acestor materiale din structuri tricotat care este suportul materialelor compozite, este necesar să se cunoască toate solicitările pe care aceste structuri le au de îndeplinit. Modelul Vekassy aplicat asupra tricotului glat, care se deformează de-a lungul unei calote sferice, oferă o mai bună înțelegere a proprietăților fizico-mecanice ale tricotului atunci când acesta este supus unor deformări.

Toate cercetările descrise mai sus prezintă informații noi pentru ingineria de specialitate, și pentru studiul degradării acestor materiale compozite textile cu matrice din PVC și PU.



## 4. CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA RADIAȚIILOR ASUPRA DURABILITĂȚII ÎNLOCUITORILOR DE PIELE

### 4.1. Considerații generale

Degradarea PVC-ului sub incidența luminii solare a fost cercetată de foarte mulți oameni de știință, în condiții de laborator cu temperaturi și presiuni ridicate. Astfel s-au investigat proprietățile și durata de viață a polimerului PVC dar și optimizarea parametrilor polimerului pentru o fotodegradare minimă [Balmant, W., 2012].

O altă abordare a acestei probleme se regăsește în faptul că sunt analizate energiile de activare ale polimerului PVC care este într-o continuă degradare la temperaturi ridicate [Celina, M., 2005].

Dehidroclorurarea termică a polimerului PVC, este analizată din punct de vedere al degradării cinetice prin două procese diferite: unul cu o energie de activare de  $114 \text{ KJ mol}^{-1}$  și apoi cu o energie de activare mai mare de  $202 \text{ KJ mol}^{-1}$  a polimerului. În primul caz apare o degradare în acel loc și apoi se extinde la restul materialului; în cel de-al doilea caz apare un proces de difuzie controlat, care duce la apariția de bule ca urmare a eliberării de HCl în timpul dehidroclorurării [Sanchez-Jimenez, P., E., 2010].

Succesul utilizării materialelor din Policlorură de vinil, Polistiren, Poliuretan și Polietilenă au condus și la o cercetare a lor din punct de vedere al degradării sub acțiunea razelor ultraviolete (UVR), în lumina soarelui (lungimi de undă între 280-400 nm). UV produce degradarea fotooxidativă care are ca rezultat ruperea lanțurilor polimerice, produce radicali liberi și reduce greutatea moleculară, provocând deteriorarea proprietăților mecanice rezultând materiale inutile [Hasan, A., 2014].

### 4.2. Considerații privind natura radiațiilor

Definiția radiațiilor [Taton, R., 1970]: Numim radiație fenomenul fizic de transmitere la distanță a energiei fără a fi nevoie de un mediu purtător. Studiul complet al unui fenomen radiativ presupune investigarea mecanismelor și a legilor care guvernează: producerea, propagarea și absorbția energiei pe care o transportă. Aceste radiații intră în relație cu mediul înconjurător sub diferite aspecte dependente în primul rând de energia purtată. Efectele biologice sunt cu atât mai pronunțate cu cât energia radiației este mai mare. Radiațiile pot fi caracterizate prin energie, frecvență și lungimea de undă. Se admite că radiația este reprezentată de o undă transversală electromagnetică a cărei viteză de propagare în vid este constantă ( $300.000 \text{ km/s}$ ), relația cu lungimea de undă și frecvența fiind exprimată prin rel. (4.1), conform teoriei ondulației:

$$C = \lambda \cdot \nu \quad (4.1)$$

unde  $C$  este viteza de propagare,  $\lambda$  -lungimea de undă și  $\nu$  -frecvența, de unde rezultă rel. (4.2):

$$\lambda = \frac{C}{\nu} \quad (4.2)$$

Din rel. (4.2) reiese că, cu cât lungimea de undă este mai mare, cu atât frecvența este mai mică și invers, fiind un raport de proporționalitate între lungimea de undă și frecvență este un raport de proporționalitate inversă. Teoria elaborată de M. Planck, arată că între frecvență și cantitatea de energie este o relație care arată că schimbul de energie dintre sistemul care emite și câmpul radiant are caracter discontinuu și se face în cuante numite fotoni. Pentru înțelegerea relației dintre energia radiantă și efectul biologic, intervine însă și modul specific de acțiune în raport cu lungimea de undă, determinat de energia eliberată în momentul absorbției de țesuturi. Cum din lungimea de undă se poate deduce și energia eliberată, radiațiile pot fi clasificate după acest criteriu rezultând și efectul biologic predominant ca în Tab.4.1.

Tab.4.1. Clasificarea radiațiilor după lungimea de undă [Dăneț, A. F., 2010]

<b>RADIAȚIE</b>	<b>LUNGIMEA DE UNDĂ</b>	<b>EFACT BIOLOGIC PREDOMINANT</b>
Unde herziene	0 - 1 mm	Slab
Radiatii infrarosii	1 mm - 760 nm	Caloric
Radiatii luminoase	760 nm - 400 nm	Luminos
Radiatii ultraviolete	400 nm - 10 nm	Fotochimic
Radiatii ionizante	10 nm - 1 pm	Ionizant

După natura lor, radiațiile pot fi:

a) Radiații electromagnetice, sunt acele radiații care sunt emise și absorbite în natură sub formă de fotoni. Aceștia din urmă sunt particule fără masă de repaus, ce transportă, fiecare, o cantitate de energie ce poate fi calculată cu rel. (4.3):

$$E = h \cdot \nu \quad (4.3)$$

unde: -  $h$  este constanta lui Planck ( $6,625 \cdot 10^{-34}$  Js);

-  $\nu$  este frecvența radiațiilor;

-  $m$ , se leagă de energie prin formula lui Einstein, rel. (4.4):

$$E = mc^2 \quad (4.4)$$

a) Radiatii corpusculare, sunt radiațiile compuse din particule de substanță având o anumită energie cinetică. Acestea pot fi subdivizate în funcție de sarcina și masa particulelor transportoare ale energiei.

Spectrul radiațiilor electromagnetice este extrem de extins. În funcție de lungimile lor de undă în vid, acesta se poate reprezenta ca în Fig. 4.1:

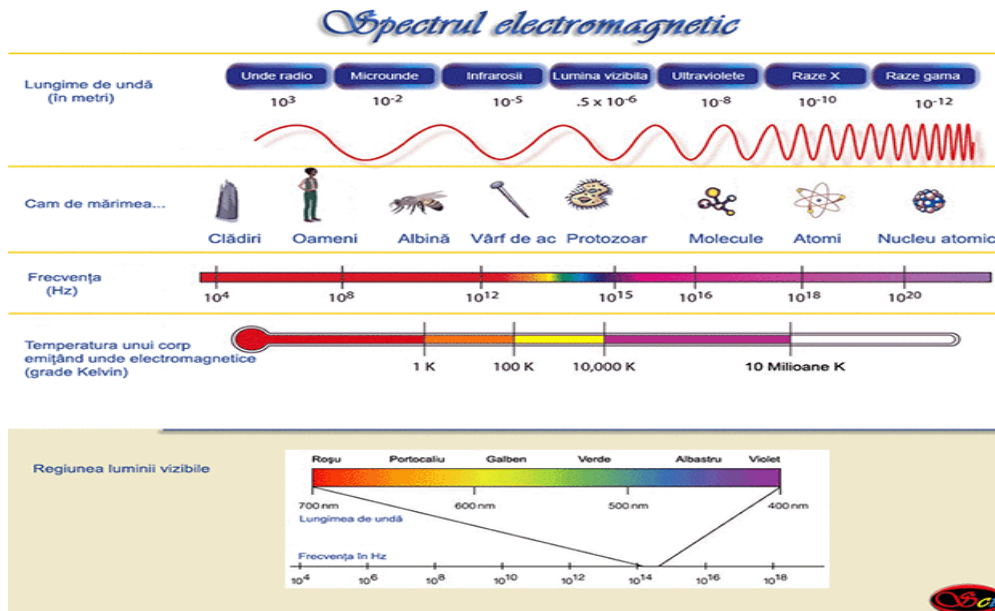


Fig. 4.1. Spectrul radiațiilor electromagnetice [Dăneț, A. F., 2010]

Pentru a fii mai concisi, când este vorba de radiațiile electromagnetice, se consideră radiațiile ionizante cele din domeniile  $x$  și  $\gamma$  (gamma) și radiațiile neionizante cele din domeniile radio, microunde, infraroșu (IR) și ultraviolet (UV). Sursele radiațiilor pot fi: naturale sau artificiale.

a) Sursele naturale au fost singurele până în epoca modernă la care a fost expusă biosfera dar și populația umană. Acestea sunt la rândul lor cosmice și telurice.

Principala sursă cosmică de radiații este soarele. Acesta emite tot spectrul de radiații electromagnetice și toate radiațiile corpusculare. Dintre radiațiile electromagnetice, numai o mică parte din acestea ajung la suprafața solului, fiind absorbite de cromosfera solară și atmosfera terestră. Vaporii de apă și bioxidul de carbon atmosferic absorb IR, iar stratul de ozon absoarbe UV. Proporția, în procente, a fotonilor neionizanți care ajung la nivelul mării este de 2% UV, 45% VIS și 53% IR. Sursele telurice, sunt reprezentate de izotopii radioactivi din atmosferă și scoarță, intensitatea radiațiilor emise de acestea depind de localizarea geografică, astfel încât zonele aflate în vecinătatea unor zăcăminte de uraniu, vor fi afectate de nivele de radiație mai mari.

b) Sursele artificiale sunt generate prin activitățile umane.

### 4.3. Aparate și dispozitive pe bază de radiații utilizate în sectoarele de producție a înlocuitorilor de piele

În comerț sunt disponibile diverse aparate de fotopolimerizare de diferite generații. De obicei, sunt aparate portabile cu o sursă de lumină și un ghid luminos din fibre optice fuzionate [Williams, PT., 1993]:

1. Aparatele cu cuarț tungsten halogen (quartz tungsten halogen, QTH), sunt cele mai răspândite dispozitive de fotopolimerizare și conțin un bec cu cuarț, cu filament de tungsten, într-un mediu cu halogen. Aceste aparate emit lumină UV și albă deopotrivă, care necesită filtrare pentru a exclude căldura și a transmite doar lumina din regiunea violet-albastră a spectrului care se potrivește cu intervalul de fotoabsorbție a CQ.

2. Lămpi cu diode emițătoare de lumină (light-emitting diode, LED) se bazează pe LED-uri. Inițial s-au introdus LED-uri albastre cu putere scăzută, utilizând carbură de silicon (prima generație de LED-uri) cu o putere de emisie de 7  $\mu\text{W}/\text{LED}$ .

3. Lămpi de polimerizare pe bază de arc plasmatic, (plasma-arc curing, PAC) sunt aparate cu intensitate crescută. Au surse de lumină mai intense (plasmă cu bec fluorescent), permițând durate de expunere mai scurte. Lumina se obține dintr-un gaz cu conductivitate electrică (xenon), numit plasmă, care se formează sub presiune între doi electrozi de tungsten. Spectrul luminos oferit de plasmă este limitat.

4. Lămpile cu laserul cu argon, sunt de mare intensitate. Lungimea de undă emisă depinde de materialul utilizat (argonul produce lumină albastră). Aceste aparate funcționează în cadrul unor intervale limitate de lungimi de undă, nu necesită filtre și presupun durate de expunere mai scurte pentru polimerizarea RBC. Aparatele generează emisii infraroșii reduse, deci nu se produce multă căldură.

5. Radiometrele. Intensitatea luminoasă și emisia unui aparat de fotopolimerizare poate fi monitorizată utilizând la scară un radiometru portabil sau încorporat. Radiometrul determină printr-o fereastră standard cu diametrul de 11 mm numărul fotonilor, unitatea de arie și unitatea de timp. Canulele de polimerizare cu diametre mai mari sau mai mici nu se pot testa eficient. De obicei, se recomandă puterea de emisie cu valori de peste 300  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . De asemenea, radiometrul măsoară toate energiile luminoase și nu poate distinge energia luminoasă a fotoinițiatorului, limitând măsurarea valorii reale.

#### **4.4. Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialului înlocuitor de piele din PVC**

În scopul studiului influenței radiațiilor UV asupra unui înlocuitor de piele din PVC-de tip "Capranova Ciftip", s-au utilizat 2 instalații diferite prin puterea emisiei de radiații UV.

În prima etapă s-a utilizat o instalație cu sursă cu nivel scăzut de radiații din laboratorul de Rezistența Materialelor, UPT și în etapa a doua, în scopul accelerării fenomenului de degradare, s-a utilizat o instalație cu nivel ridicat de radiații, din dotarea ISIM Timișoara.

Instalația cu nivel scăzut de radiații UV din cadrul Lab. De Rezistența Materialelor, UPT, Fig. 4.2, se compune dintr-o sursă de radiații UV (lampă cuarț) de UV-IR 220V, 280W; aparat STAS 6048-59 și un suport plasat perpendicular pe direcția de expunere pe care s-a amplasat înlocuitorul de piele supus degradării.

Întrucât intensitatea radiațiilor UV depinde de distanța de sursa de radiații, instalația permite modificarea distanței față de material expus radiațiilor.

Utilizarea acestei instalații permite simularea fenomenului de degradare sub acțiunea radiațiilor UV în condiții apropiate fenomenelor naturale de degradare.

4.4 - Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialului PVC 103

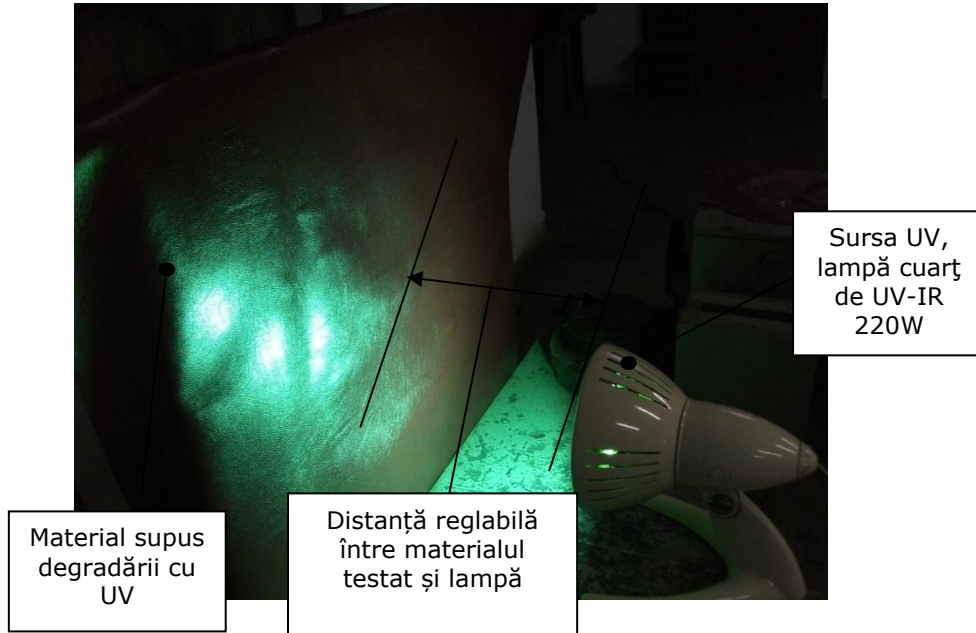


Fig. 4.2. Imagine din timpul degradării cu radiații UV cu nivel scăzut a materialului înlocuitor de piele cu matrice din PVC

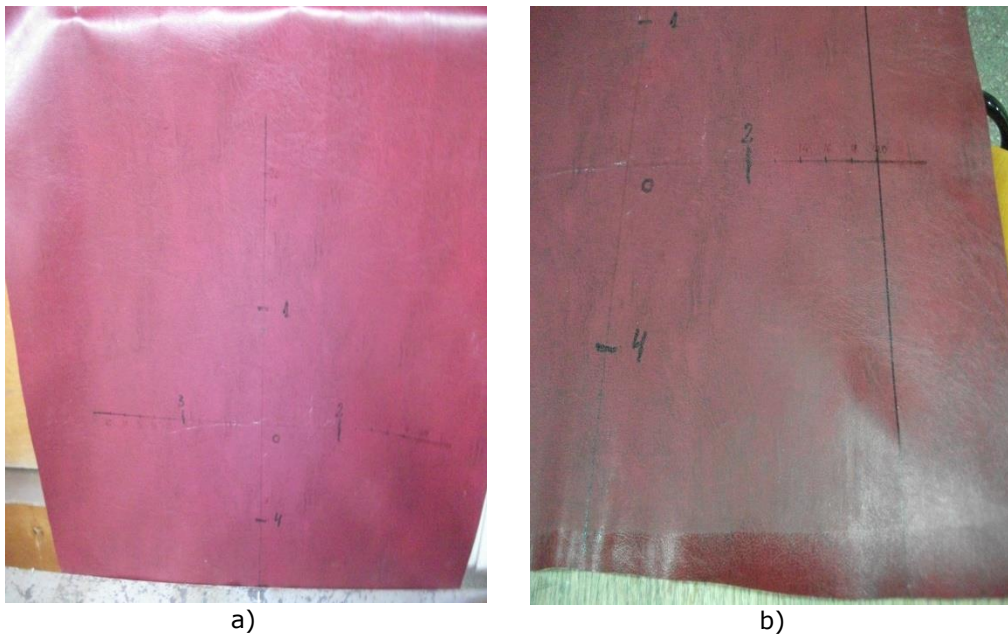


Fig 4.3. Material compozit cu matrice din PVC utilizat la testare :a) material pregătit pentru testare cu cele 4 zone importante, b) materialul din PVC după degradarea cu ultraviolete

Intensitatea radiațiilor a fost măsurată cu ajutorul unui aparat numit radiometru UVR 365, Fig. 4.4.

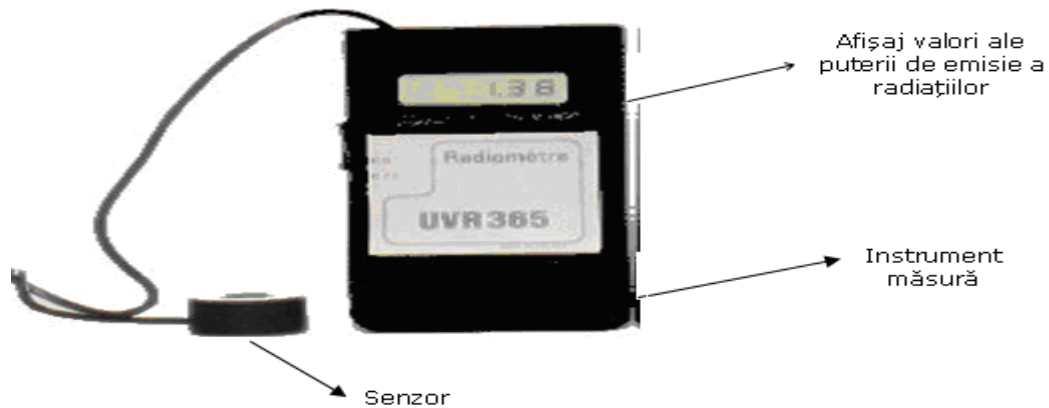


Fig. 4.4. Imagine Radiometru UVR 365 [SREM Tehnologie]

Aparatul UVR 565, are următoarele date tehnice și caracteristici:

**1. Date tehnice:**

- Celulă de siliciu foto-electrică pentru o măsurare directă a radiațiilor UV;
- Nu este nevoie de conversie în lumină vizibilă;
- Se filtrează pentru a selecta banda UV corespunzătoare și elimină toate celelalte radiații nedorite;
- Acest aparat nu este sensibil la infraroșu;
- Nu există componente electronice în senzor pentru a evita orice posibilă neconcordanță de temperatură;
- Protecție disc de cuarț pe celula filtru;
- Cablu de carton ecranat.

**2. Caracteristici:**

- Afișaj: 3-cifre LCD;0,5
- Precizie și liniaritate:  $\pm 0,5\%$ ;
- Gama de sensibilitate:  $0 \text{ p\u00e2n\u00e0 } 19,99 \text{ mW/cm}$ ;
- Coeficientul temperaturii:  $\pm 0,04\%/^{\circ}\text{C} + 1 \text{ cifr\u0103}$  (0 p\u00e2n\u00e0 la  $50^{\circ}\text{C}$ ).

Senzor:

- Precizie:  $\pm 7\%$ ;
- Linearitate:  $\pm 0,05\%/^{\circ}\text{C}$  (0 p\u00e2n\u00e0 la  $40^{\circ}\text{C}$ );
- L\u0103\u021bimea de band\u0103 Jum\u0103tate (HBW): 354-376 nm;
- Centrul de calibrare: 365 nm;
- Temperatur\u0103: 0 p\u00e2n\u00e0 la  $50^{\circ}\text{C}$ ;
- Umiditate relativ\u0103: 30 p\u00e2n\u00e0 la 60 %.

\u00c0n scopul cuno\u021bterii nivelului de expunere la radia\u021bii UV a materialului supus test\u0103rii a fost m\u0103surat\u0103 puterea de emisie la diferite distan\u021be de surs\u0103 (lamp\u0103) la 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm \u0219i 60 cm. Valorile m\u0103surate pentru puterea de emisie a radia\u021biilor la diferite distan\u021be sunt prezentate \u00een Tab.4.2.

#### 4.4 - Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialului PVC 105

Tab. 4.2. Rezultate testare lampă cu UV cu radiometrul UVR 365

Distanța dintre lampă și aparat [cm]	Putere emisie radiații mW/cm <sup>2</sup>
10	2.76
20	0.866
30	0.41
40	0.236
50	0.1533
60	0.11

Variația puterii de emisie a lămpii cu UV, în funcție de distanță este reprezentată grafic în Fig. 4.5.

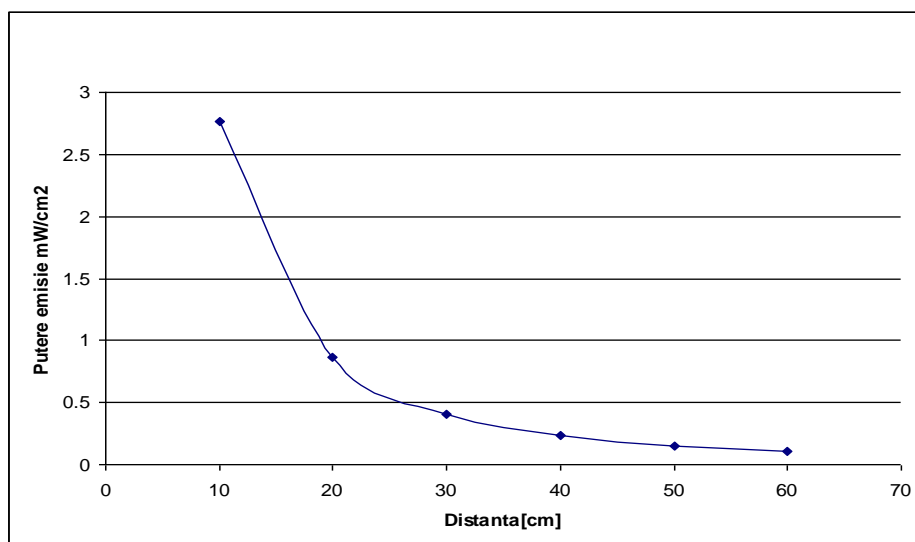


Fig. 4.5. Variația puterii de emisie a lămpii cu UV în funcție de distanța față de aparatul de măsurat Radiometru UVR 365

Valorile temperaturilor, măsurate pe materialul din PVC cu ajutorul unui termometru, din 15 în 15 minute, în cele 4 cadrane sunt prezentate în Tab.4.3 și în graficul din Fig.4.6.

Tab.4.3. Rezultate obținute în urma măsurărilor efectuate după anumite perioade de timp de degradare cu ultraviolete

N r. C rt	Dis t. [c m]	Tim p [mi n]	Temperatura în zona încălzită [°C]										Temp. min. [°C]	Temp. max. [°C]	Temp. med. [°C]
			Verticală					Orizontală							
			8	6	4	-4	-6	4	6	8	-6	-4			
1	40	30	43	45	46	47	44	45	44	42	44	47	48	56	52

2	35	60	48	49	50	49	48	51	51	52	47	47	50	55	52
3	30	75	53	54	56	56	55	59	60	58	53	47	57	70	63
4	25	90	61	64	66	65	63	71	72	68	62	60	67	79	73
5	20	105	72	76	79	78	76	86	89	81	72	69	81	94	87
6	15	120	87	94	100	102	97	114	113	101	92	86	105	120	112

Din analiza rezultatelor prezentate în Tab. 4.3, se remarcă variația temperaturii materialului expus la radiații UV în funcție de distanța față de surse de radiații. Variația temperaturii funcție de distanța sursei de radiații este prezentată în Fig.4.6.

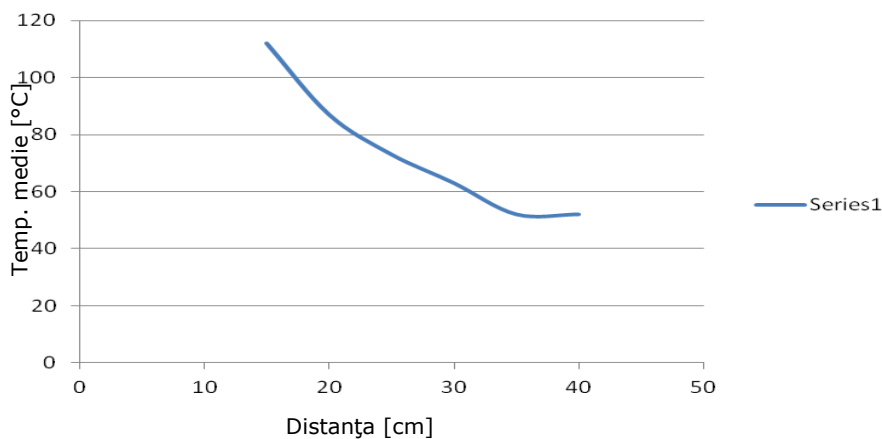


Fig.4.6. Variația temperaturii materialului expus la radiații UV în funcție de distanța față de sursa de radiații

#### Concluzii:

1. Se observă că la distanța de 40 și 35 cm, temperatura este asemănătoare ca valoare, iar o creștere însemnată este în zona în care distanța este de 15 cm a materialului față de lampa cu radiații UV cu valoarea de 120°, după o perioadă de timp de 120 minute.
2. Atunci când se micșorează distanța dintre lampa cu UV și aparatul de măsurat Radiometru UVR 365, puterea de emisie a lămpii are tendința de creștere ajungând până la final la valoarea de 2,76 nW/cm<sup>2</sup>, când avem distanța minimă de 10 cm.
3. Studiul acestei variații ale intensității puterii de emisie a lămpii cu radiații UV în funcție de distanța față de material, este important pentru a afla momentul în care începe degradarea materialului compozit textil cu matrice din PVC, în funcție de radiațiile UV.

Pentru a obține informații complete privind distribuția temperaturii pe întreaga suprafață a materialului supus degradării s-au efectuat măsurători cu ajutorul sistemului Thermovision A40, Fig.4.7.



#### 4.4 - Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialului PVC 107

Rezultatele măsurătorilor în funcție de distanța între sursa de radiații UV și materialul supus radiației UV sunt prezentați sub forma unor spectre de temperatură, Fig. 4.8; Fig. 4.9; Fig.4.10.

Comparând rezultatele măsurătorilor temperaturilor efectuate punctual, cu ajutorul unui termometru cu laser, Fig.4.6, cu cele obținute prin termografie, Fig.4.11, se constată o bună concordanță a temperaturilor pentru treptele de distanțe impuse între sursa de radiații UV și material supus degradării cu radiații UV. Rezultatele măsurătorilor prin termografie sunt deosebit de utile întrucât suprafața materialului supus degradării cu radiații UV este expusă neuniform cu grade diferite de expunere în zonă centrală comparativ cu zonele periferice. În felul acesta prelevarea epruvetelor de tracțiune, Fig. 3.1.b din materialul supus degradării UV se poate face controlat. Pentru fiecare epruvetă se cunosc datele referitoare la intensitatea radiației UV și temperaturii în timpul procesului de degradare. De asemenea întreaga suprafață a materialului supus degradării poate fi utilizată în prelevarea epruvetelor. De aici rezultă un important avantaj în ceea ce privește timpii de pregătire a epruvetelor cu diferite grade de degradare la radiații UV. Timpii de expunere la degradare cu radiații UV, în condițiile unui nivel scăzut al radiațiilor, poate fi de peste 1700 de ore, ceea ce desigur reprezintă un dezavantaj în ceea ce privește durata încercărilor.

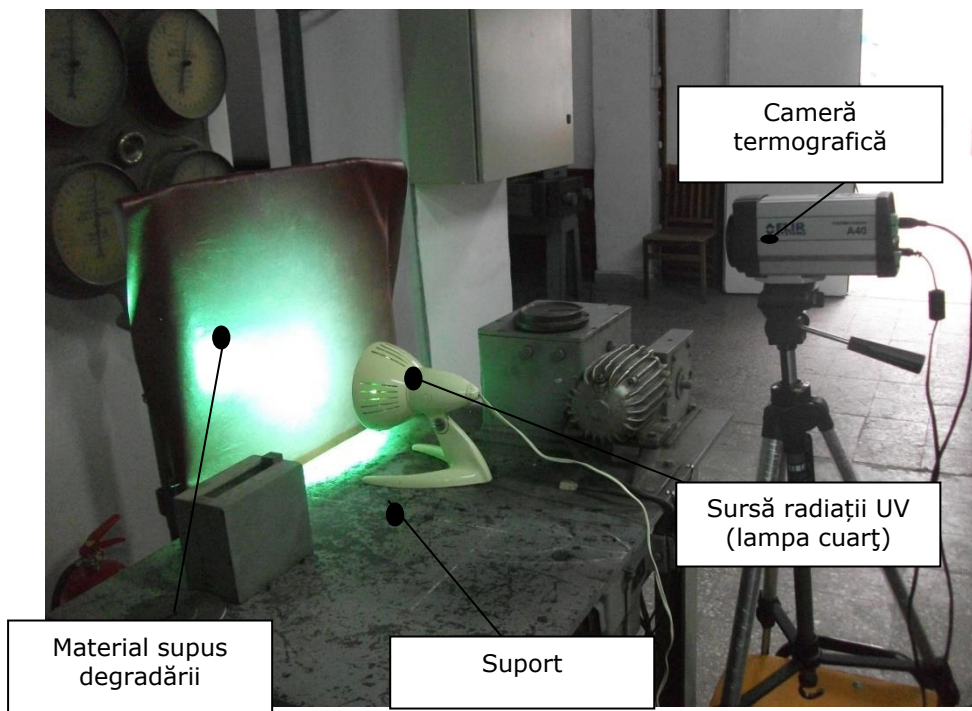


Fig. 4.7. Instalația de simulare a îmbătrânirii prin expunere cu radiații UV cu măsurarea influenței termice utilizând sistemul Thermovision A 40

Materialul a fost testat la o distanță de 25 cm, 20 cm și 15 cm față de lampa UV, rezultatele sunt în Fig. 4.8, 4.9 și 4.10.

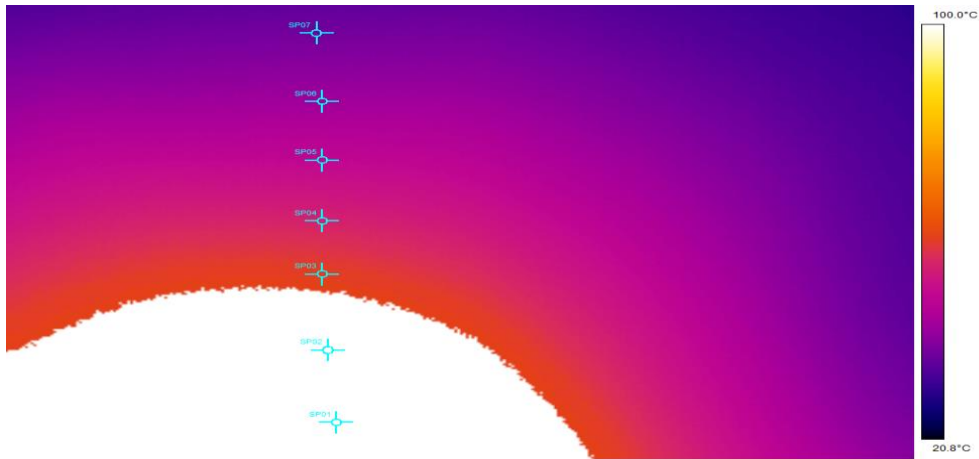


Fig. 4.8. Imagine cu temperatura în zona de radieră cu lampa UV, aflată la distanța de 25 cm față de materialul din PVC

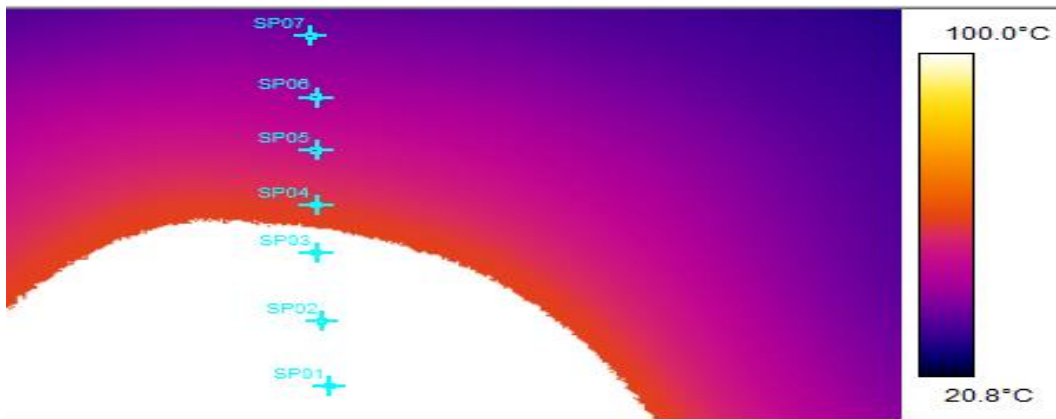


Fig. 4.9. Imagine cu temperatura în zona de radieră cu lampa UV, aflată la distanța de 20 cm față de materialul din PVC

#### 4.4 - Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialului PVC 109

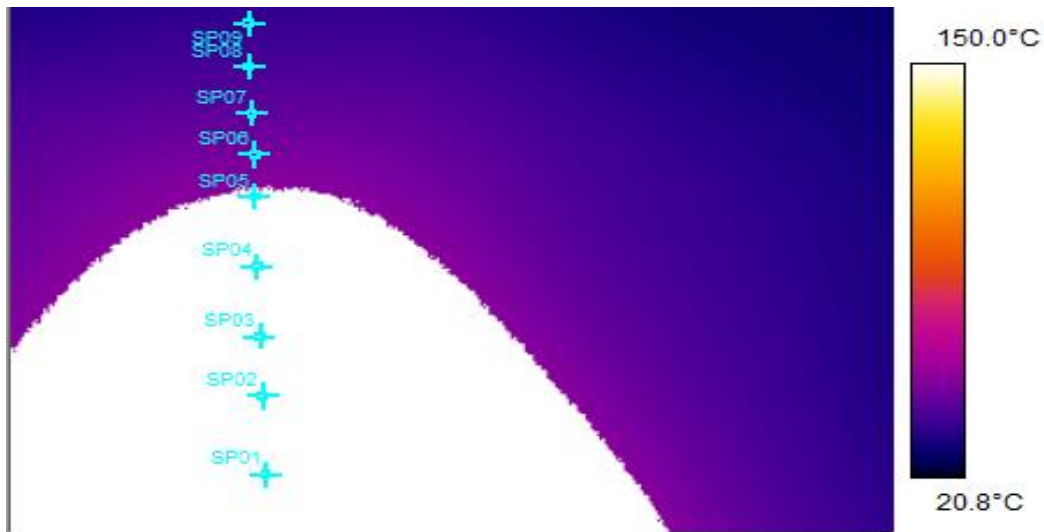


Fig. 4.10. Imagine cu temperatura în zona de radiere cu lampa UV, aflată la distanța de 15 cm față de materialul din PVC

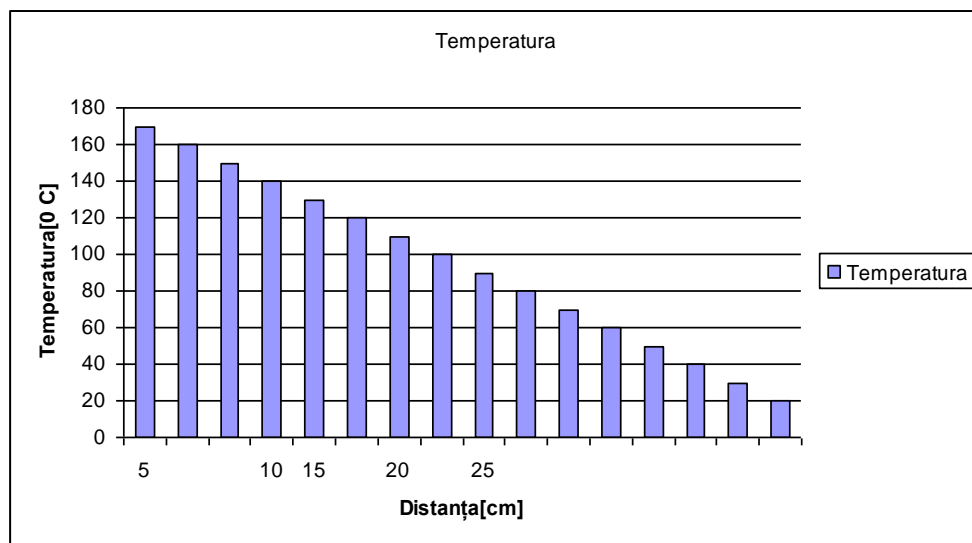


Fig. 4.11. Variația temperaturii la expunerea la radiații UV cu lampa cu bec halogen la o anumită distanță

#### Concluzii

1. Se poate observa din Fig. 4.8, 4.9 și 4.10, că dacă avem distanța de 25 de cm, valoarea temperaturii ajunge la 90°-100°.
2. Dacă se micșorează distanța dintre lampă și materialul testat valoarea temperaturii crește până la valori de 140°-150°C în zona de radiații UV.
3. Temperatura crescută rezultată în urma radiațiilor UV, degradează materialul compozit textil cu matrice din PVC, în primul rând prin pierderea

lucii materialului, a întăririi materialului în zona în care acționează razele UV dar și a mirosului de ars degajat în urma dehidroclorurării PVC-ului.

Instalația de degradare cu nivel ridicat al radiațiilor UV (degradare accelerată) din dotarea Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Sudură și Încercări de Materiale „ISIM” din Timișoara, Fig.4.12, 4.13, este o instalație cu lămpi cu halogen de mare putere care permite accelerarea fenomenului de degradare, cu o reducere importantă a timpilor de expunere. În acest fel ciclul testelor efectuate în vederea studierii influenței radiațiilor UV asupra durabilității înlocuitorilor de piele se scurtează. S-a testat din același lot același tip de material.

Materialul a fost testat în două etape:

1. Prima etapă când epruvetele au fost supuse degradării o durată de 4 ore (Fig.4.14 a-c);
2. În a doua etapă epruvetele au fost supuse degradării o durată de 14 ore (Fig.4.15).

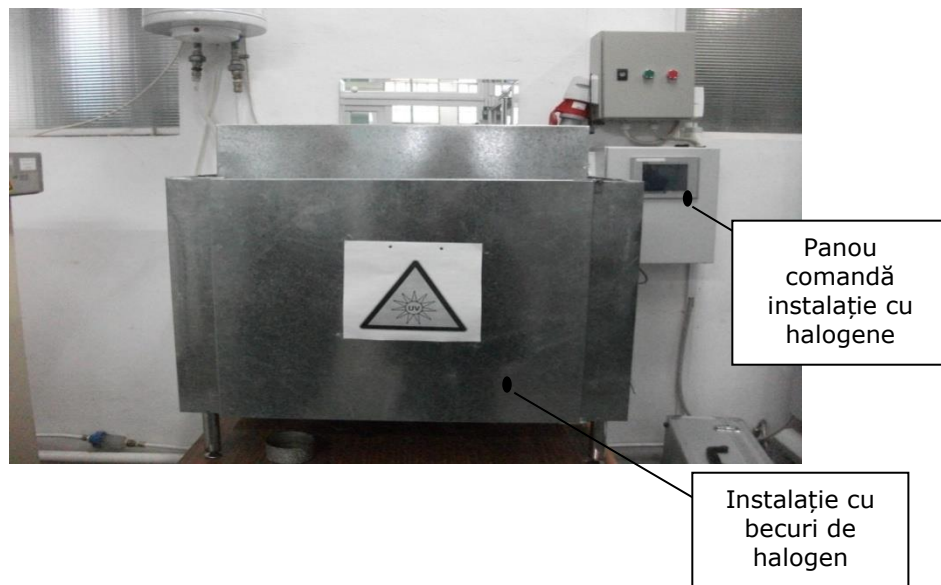


Fig.4.12. Instalație de degradare la radiații UV de intensitate mare (cu becuri cu halogen de la „ISIM” Timișoara)

#### 4.4 - Studiul influenței radiațiilor ultraviolete (UV) asupra degradării materialului PVC 111

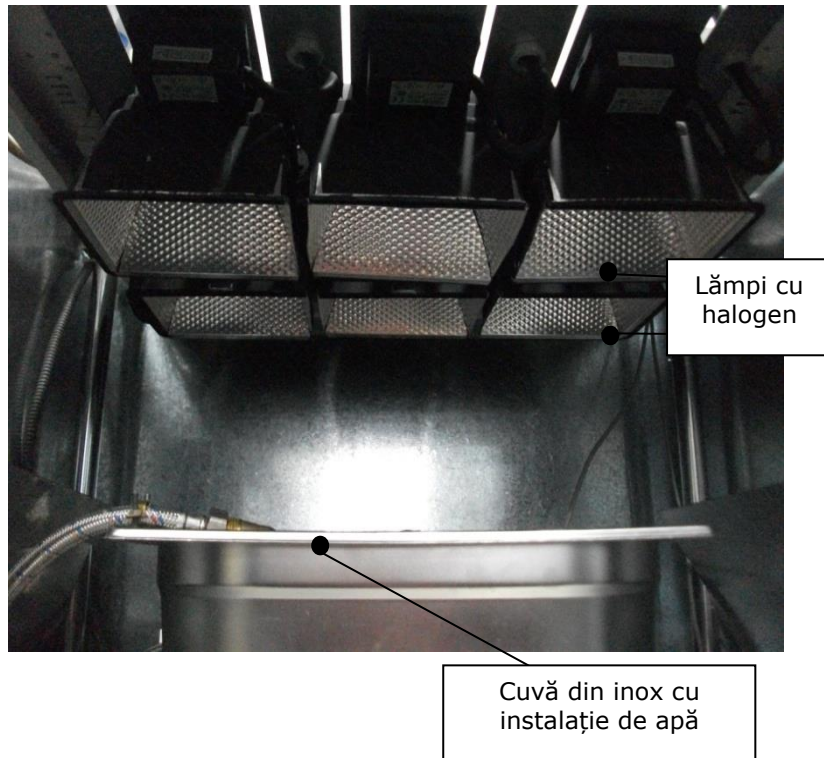


Fig.4.13. Prezentare din interiorul instalației cu becuri de halogen

Instalația este realizată din înveliș din placi de inox, iar în interior sunt fixate de tavanul instalației 6 lămpi cu halogen. La baza aparaturii se află un vas din inox care este prevăzut cu o conductă prin care se poate alimenta să circule apă în vas. Lângă instalație se află prins pe perete un panou de comandă, unde se pot seta durata de funcționare a instalației asupra epruvetelor, timpii de răcire precum și temperatura de testare.

În Fig.4.14 (a-c) și Fig.4.15, se prezintă imagini cu mostrele de material testat după cele două etape (4 ore sau 14 ore).



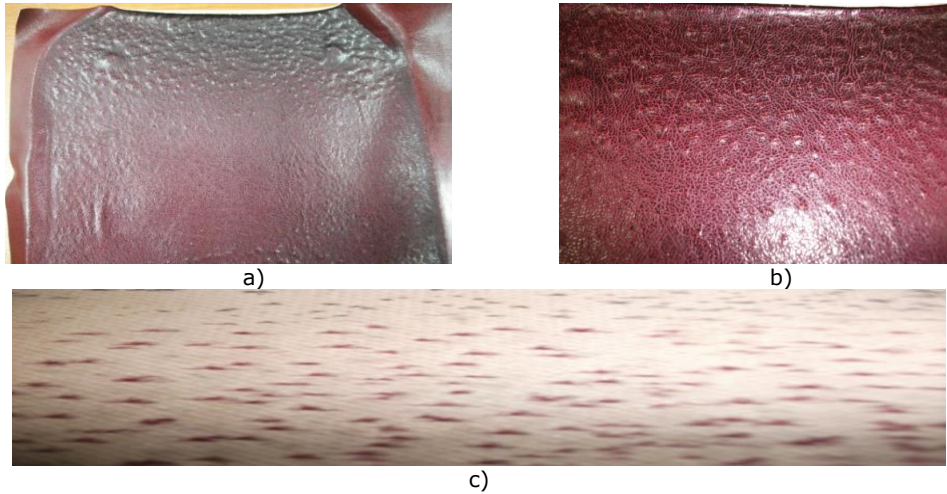


Fig.4.14. Imagini cu materialul compozit cu matrice din PVC testat timp de 4 ore: a) Imagine cu marginea mostrei testate; b) Imagine detaliu cu fața materialului cu „zona” degradată; c) Imagine detaliu cu spatele mostrei după testare.

Materialul testat timp de 4 ore prezintă mici umflături de dimensiuni mici pe suprafața peliculei din PVC, are o schimbare ușoară de culoare, luciul de o calitate mai slabă, iar spatele din tricot este plin cu mici ciupituri în care se poate observa fața matricei din PVC.

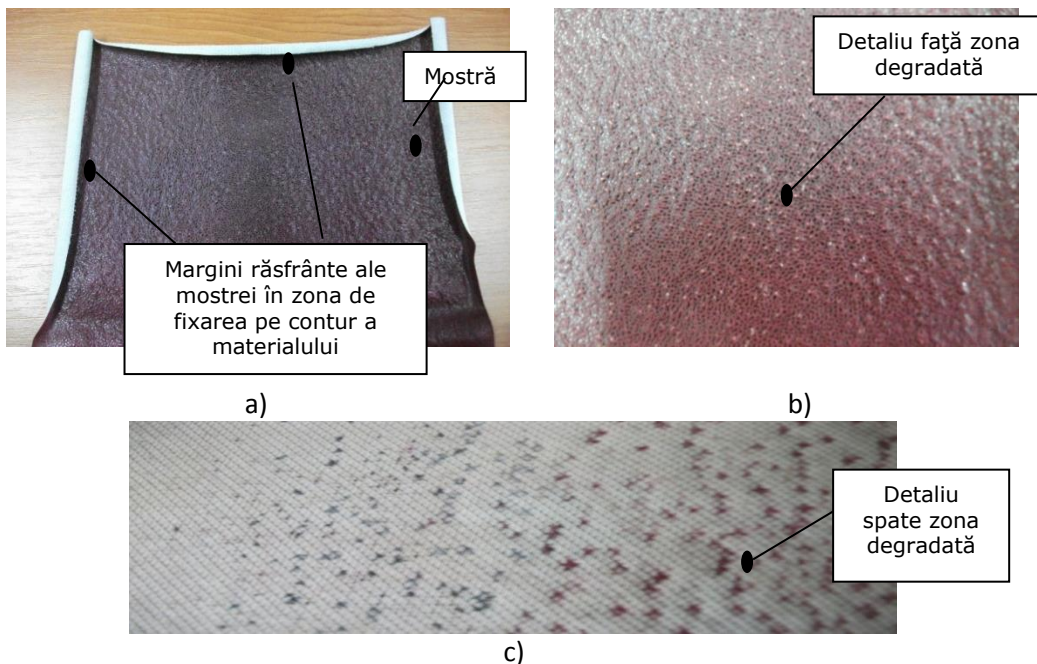


Fig.4.15. Imagini cu materialul compozit cu matrice din PVC testat timp de 14 ore: a) Imagine cu marginile mostrei testate; b) Imagine detaliu cu fața materialului cu „zona” degradată; c) Imagine cu spatele mostrei după testare

Mostra testată timp de 14 ore a devenit rigidă, casantă și are marginile rulate din cauza degradării cu UV. Spatele materialului prezintă „ciupituri” cu diametre mai mari în comparație cu mostrele testate timp de 4 ore și cu o densitate mai mare pe unitatea de suprafață.

Din materialul astfel degradat s-au prelevat epruvete pentru încercarea de tracțiune conform schemei din Fig. 3.1.b.

#### **Concluzii**

1. Degradarea materialului compozit cu matrice din PVC, cu ajutorul instalației cu 6 becuri de halogen, este foarte pronunțată într-un timp relativ scurt (timp de 4 ore).
2. Mostra care este supusă degradării timp de 14 ore este fără luciu, plină de „bule” sau umflături apărute pe suprafața matricei din PVC datorită expunerii la radiații UV.
3. Ambele mostre sunt degradate în proporție de 85% din capacitatea de prelucrare a materialului compozit.
4. Mostra supusă degradării accelerate prezintă la nivelul întregii suprafețe o degradare distribuită uniform cu excepția marginilor de fixare în instalație.

## **4.5. Cercetări experimentale de oboseală a înlocuitorilor de piele utilizați în tapițerii**

### **4.5.1. Particularități ale oboselii materialelor**

Așa cum este cunoscut termenul de oboseală este folosit în tehnică și are un sens diferit față de cel folosit în mod curent. Cei mai mulți autori definesc oboseala în tehnică ca un proces de deteriorare sau degradare cumulativă a unui material sau a unei structuri de rezistență, datorită solicitărilor ciclice, urmat de o rupere prematură

Ruperea prin oboseală este cauzată de acțiunea simultană a tensiunilor ciclice, a tuturor tensiunilor medii de întindere și a deformațiilor plastice care apar în material. Dacă unul dintre acești factori lipsește, fisura sau ruperea prin oboseală, nu se inițiază dar nici nu se extinde. Tensiunile ciclice dar și deformațiile plastice ale materialelor conduc la inițierea fisurii în timp ce tensiunile de întindere contribuie la propagarea acestora în toată structura materialului. Definiția cea mai complexă pentru oboseala materialelor este dată în standardul ASTM-E 1150, unde oboseala materialelor este prezentă ca un “proces progresiv, localizat în cursul căruia materialul suferă modificări structurale permanente datorită fluctuației tensiunilor și deformațiilor în același punct sau în puncte diferite, culminând cu apariția fisurilor sau ruperea completă a materialului după un anumit număr de cicluri” [Dumitru, I., 2000].

Acest proces de degradare cumulativă apare în special la echipamentele mecanice și diverse structuri, inclusiv bunuri de consum, unde după cum se știe sarcinile aplicate sunt variabile în timp. Degradarea în timp sub acțiunea sarcinilor variabile conduce și la modificarea unor proprietăți fizice ale metalelor cum ar fi: rezistența electrică, histerezisul mecanic permeabilitatea magnetică, capacitatea de amortizare, etc. Amploarea cercetărilor actuale determină o reconsiderare continuă a conceptelor, a metodologiilor experimentale și de calcul a elementelor și structurilor materialelor care sunt supuse la solicitări variabile.

Dacă sarcinile aplicate unui material (structuri de rezistență) sunt variabile în timp atunci și tensiunile, respectiv intensitatea solicitărilor care se induc în acestea sunt variabile în timp. Tensiunile acestea pot fi variabile în timp chiar dacă sarcinile operaționale impuse nu sunt variabile în timp, în schimb materialul sau structura se află în mișcare. Un ciclu de solicitare în accepțiunea obișnuită, reprezintă în general totalitatea valorilor pe care le obține tensiunea într-un punct al unui element de rezistență în decursul unei perioade de timp  $T$ . Variația tensiunilor poate fi descrisă prin funcții explicite de timp, denumite și solicitări deterministe. În funcție de reproductibilitatea tensiunilor, solicitările deterministe pot fi periodice sau neperiodice (tranzitorii).

Clasa solicitărilor deterministe-periodice cuprinde solicitările armonice și cele cu variație complexă. Dacă variațiile tensiunilor nu pot fi descrise printr-o funcție explicită de timp, solicitarea se consideră aleatoare sau întâmplătoare. Solicitățile armonice interesează în mod deosebit deoarece pe de o parte asigură o reproductibilitate facilă a spectruului de solicitare specific mașinilor pentru încercări la oboseală iar pe de altă parte conduc la valori acoperitoare ale caracteristicilor obținute în urma unui calcul care ia în considerare un timp a tensiunilor.

#### 4.5.2. Factorii care influențează rezistența la oboseală a înlocuitorilor de piele

Rezistența la oboseală convențională depinde de o serie de factori care pot fi grupați după cum urmează:

- Factori constructivi cum ar fi: concentratorii de tensiune și mărimea pieselor;
- Factori tehnologici în care intră: natura materialului și tehnologia de fabricație, gradul de finisare a suprafețelor pieselor, tensiuni reziduale (remanente), acoperiri anticorozive, etc;
- Factori determinanți de condițiile de lucru cum ar fi: modul de solicitare, tensiunea medie, presolicitări, frecvența ciclurilor de solicitare, acțiunea chimică a mediului, temperatura, coroziunea prin fretaj, etc.

##### Concentrarea de tensiune și mărimea materialului

Concentrarea tensiunilor la solicitări statice, pune în prim plan faptul că ce s-a analizat până în prezent s-a presupus că forma și dimensiunile secțiunilor transversale nu se modifică pe toată lungimea acestora. În realitate însă marea majoritate a materialelor și tapițeriilor prezintă zone unde secțiunea are o variație bruscă sub forma: unor găuri, creștături, treceri de la o secțiune la alta, pliuri, fixare prin capsare, etc.

Valoarea tensiunilor precum și distribuția acestora în vecinătatea acstor zone diferă esențial față de cele obținute pe baza relațiilor din rezistența materialelor.

Solicitările statice produc o creștere locală a tensiunilor care depășesc cu mult valoarea nominală calculată neglijând neregularitățile de formă. Asemenea tensiuni cu valori mari sunt denumite vârfuli de tensiuni iar forma specifică a materialului unde apare acest efect poartă numele de concentrator de tensiune. Efectul de concentrare a tensiunilor trebuie luat în considerare la materialele fragile solicitate static precum și la materialele ductile în domeniul elastic.

La materialele ductile în zona de valoare maximă a tensiunilor (la baza concentratorului) pot să apară deformații plastice. În calculele ingineresti concentrarea tensiunilor la solicitări statice se ia în considerare prin coeficientul teoretic de concentrare a tensiunilor, notat cu  $K_t$ , care se definește sub forma rel.

(4.5):



$$K_t = \frac{\sigma_{\max}}{S} \quad (4.5)$$

unde: -  $\sigma_{\max}$  este tensiunea maximă a materialului în momentul testării;

-  $S$  este suprafața materialului testat.

Coeficientul teoretic de concentrare a tensiunilor depinde numai de solicitare și de geometria materialului. Pe baza teoriei elasticității au fost elaborate relațiile de calcul ale coeficientului teoretic de concentrare a tensiunilor. Valorile acestui coeficient pentru diferite geometrii și moduri de solicitare sunt date într-o serie de lucrări și manuale dintre care cele mai reprezentative sunt cele ale lui H. Neuber [X] și R.E. Peterson[Y].

#### 4.5.3. Calculul duratei de viață sau calculul la durabilitate limitată

Calculul duratei de viață a materialului se impune atunci când piesele sunt supuse la solicitări elastice ciclice la materialele care nu prezintă limita la oboseală. Calculul la oboseală în aceste situații impune determinarea numărului de cicluri până la rupere. Estimarea numărului de cicluri până la rupere impune parcurgerea a doua etape.

Prima etapă constă în trasarea curbei Wohler pentru material, etapă care este destul de dificilă deoarece trebuie ținut cont de forma acesteia, dimensiuni, mod de solicitare, etc.

Deoarece aceste curbe se trasează foarte greu pentru materialele de dimensiuni mici, se apelează la curba de durabilitate specifică materialului, trasată pe epruvete fără concentratori la cicluri simetrice în condiții standard. Prin corectarea acestei curbe introducând factorii care influențează rezistența la oboseală se obține curba de durabilitate pentru cicluri simetrice ale materialului. Precizia calculului duratei de viață va depinde de acuratețea acestei corecții respectiv de măsură în care se pot cuprinde cât mai complet factorii care influențează rezistența la oboseală a piesei analizate.

### 4.6. Teste de oboseală a materialului compozit cu matrice din PVC și suport din material tricatat glat folosit la tapițerii

În mod uzual tapițeriile diferitelor bunuri materiale de tip scaune de mobilier și scaune pentru autovehicule, fotolii, canapele, etc; se realizează cu suport de spumă poliuretanică sau cu suport de arcuri elicoidale. Din aceste considerente pentru a realiza testele de oboseală pentru înlocuitorii de piele la tapițerii s-au conceput două tipuri de dispozitive care folosesc suport din spumă poliuretanică și suport cu arcuri elicoidale.

#### 4.6.1. Teste de oboseală cu suport din spumă poliuretanică

Materialul înlocuitor de piele din PVC a fost testat la oboseală prin realizarea unor dispozitive care simulează suportul cotierelor utilizate la canapele și fotolii.

Au fost realizate 4 dispozitive: două superioare sau semicilindrice cu baza un dreptunghi și două sub formă de paralelipiped cu baza un dreptunghi. Pe placa de bază pentru susținerea cotierei a fost fixat cu ajutorul unor suruburi un picioruș din

lemn pentru a putea fi fixat la mașina de încercare la oboseală. Peste placa din lemn a fost aplicată o spumă poliuretanică utilizată în fabricile de mobilă pentru cotierele canapelelor și a fotoliilor. Peste această spumă s-a așezat materialul compozit cu matrice din PVC și suportul din tricot glat utilizat la tapițarea fotoliilor și a canapelelor Fig.4.16. Spuma poliuretanică are grosimea  $g=40,2$  mm și densitate de  $30 \text{ kg/cm}^2$ . Materialul din înlocuitor de piele cu matrice din PVC are grosimea  $g=0,18$  mm.

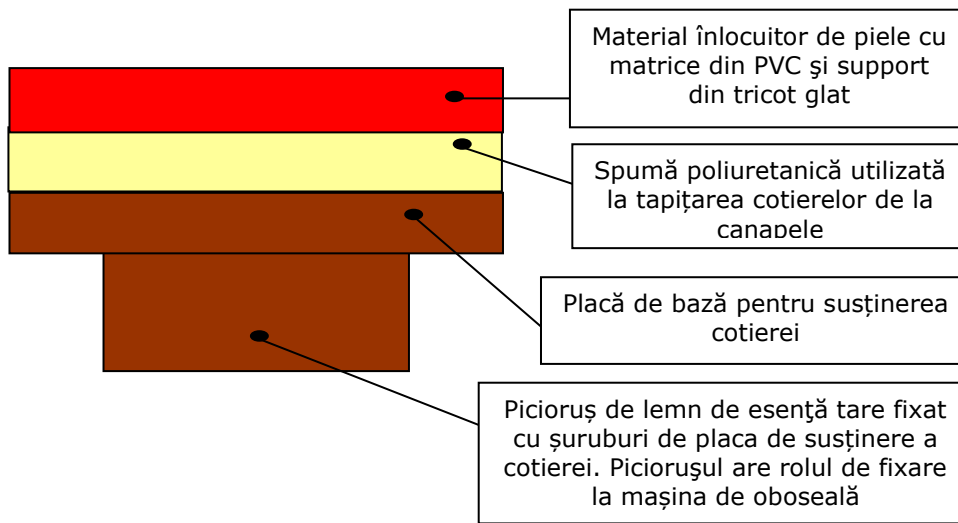


Fig.4.16. Scheme de așezare a componentelor dispozitivului pentru simularea suportului de cotier de la canapele

Două dispozitive s-au realizat fără a tensiona materialul înlocuitor de piele peste spuma poliuretanică, iar celelate două dispozitive cu tensionarea acestui material asemănător cotierele pentru canapele sau fotolii.

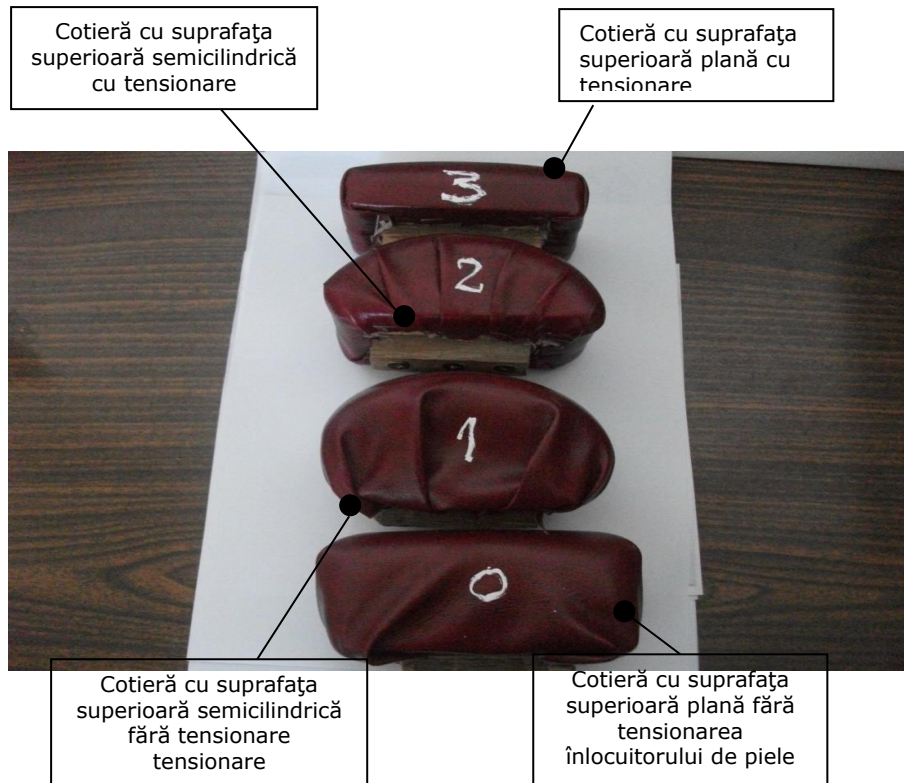


Fig.4.17. Imagini laterale ale dispozitivelor realizate în care simulează cotierele canapelelor

În Fig. 4.17, sunt prezentate cele patru dispozitive care au rezultat în urma aplicării materialului din spumă poliuretanică și a materialului înlocuitor cu matrice din PVC. Dispozitivul notat cu 0 este modelul paralelipipedic cu baza un dreptunghi, materialul compozit cu matrice din PVC este așezat peste spuma poliuretanică fără a fi tensionat, iar la capete este închis cu 2 pliuri suprapuse (Fig. 4.18-a). Dispozitivul notat cu 3 (Fig.4.18-b) este asemănător cu cel descris anterior și notat cu 0 dar materialul compozit cu matrice din PVC este tensionat și la capete cele două pliuri se suprapun cu strângere una peste cealaltă.

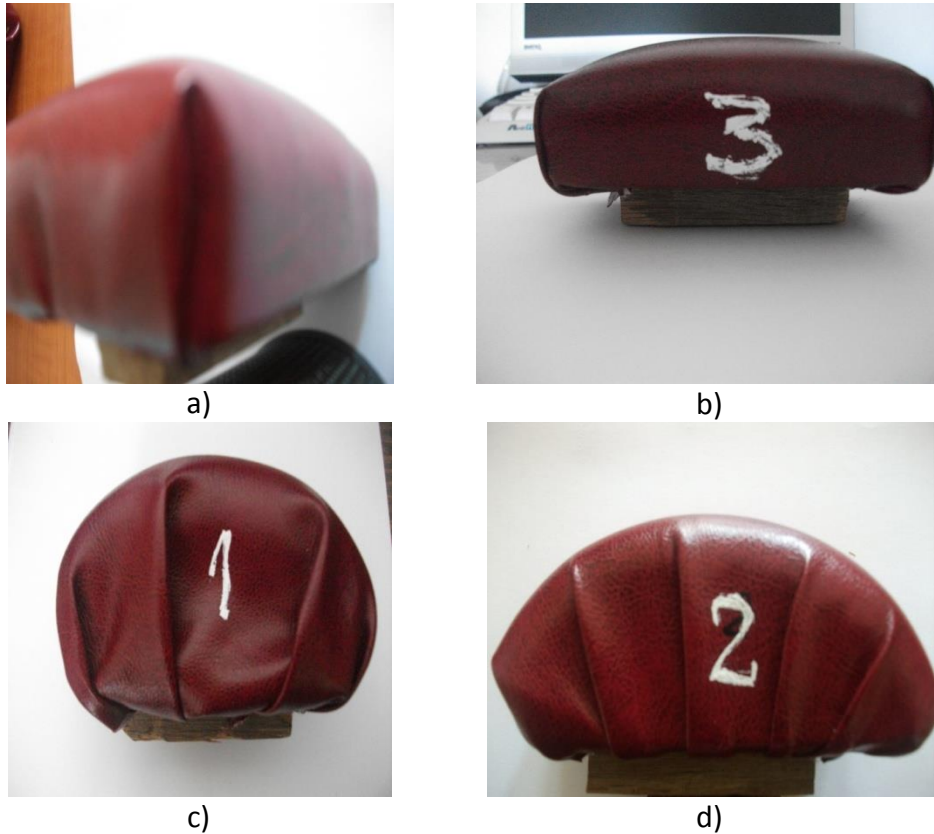


Fig.4.18. Detalii ale dispozitivelor realizate care simulează cotierele tapițeriilor:  
a) Dispozitivul paralelipipedic (notat cu 0) are materialul din înlocuitor de piele din PVC netensionat;  
b) Dispozitivul paralelipipedic (notat cu 3) are materialul din înlocuitor de piele din PVC tensionat;  
c) Dispozitivul semicilindric cu baza un dreptunghi (notat cu 1) are materialul din înlocuitor de piele PVC netensionat;  
d) Dispozitivul semicilindric cu baza un dreptunghi (notat cu 2) are materialul din înlocuitor de piele din PVC tensionat.

În Fig. 4.18-c, este prezentat dispozitivul semicilindric cu baza un dreptunghi (notat cu 1), acesta nu are materialul din înlocuitor de piele tensionat peste spuma din poliuretan, iar pentru a putea fi închis au fost realizate 4 pliuri la capete. Dispozitivul (notat cu 2), (Fig.4.18-d) este cel de-al doilea dispozitiv semicilindric cu baza un dreptunghi dar care are materialul din înlocuitor de piele tensionat peste spuma din poliuretan și la final au fost realizate un număr de 6 pliuri pentru a putea realiza forma semicilindrică a dispozitivului exact așa cu materialul înlocuitor de piele tensionat.

În Fig. 4.19 și 4.20 sunt prezentate schițele cu dimensiunile suporturilor paralelipipedice cu baza un dreptunghi și semicilindrice.

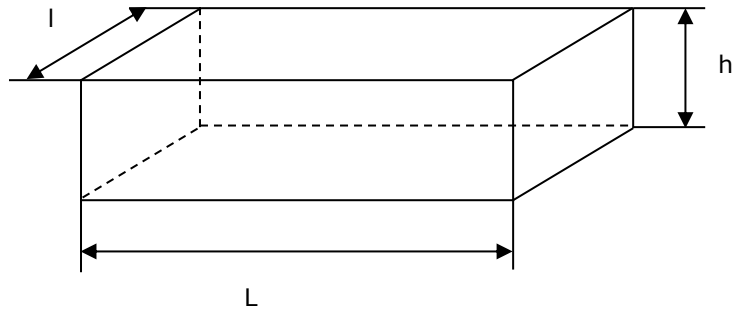


Fig.4.19.Schița desen dispozitiv paralelipiped cu baza un dreptunghi

Pentru dispozitivul (notat cu 0) valorile sunt următoarele:  $L=111,5$  mm;  $l=64$  mm;  $h=56,5$  mm.

Pentru cel care este (notat cu 3) valorile sunt:  $L=63$  mm;  $l=19,5$  mm;  $h=39$  mm.

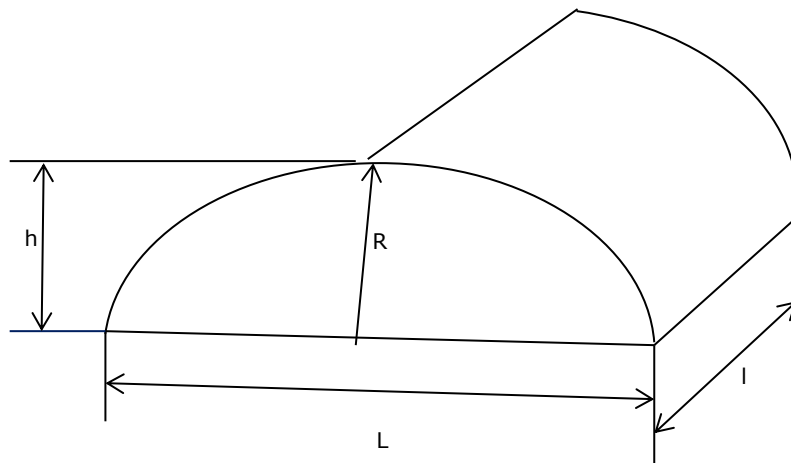


Fig.4.20.Schița desen pentru dispozitivul paralelipiped cu baza un dreptunghi

Dispozitivul semicilindric (notat cu 1) are dimensiunile următoare:  $L=61,5$  mm;  $l=27$  mm;  $h=16,5$  mm,  $R=140$  mm. Celălalt dispozitiv semicilindric (notat cu 2) care are materialul din PVC tensionat are dimensiunile:  $L=50,5$  mm;  $l=25$  mm,  $h=30,5$  mm,  $R=130$  mm.

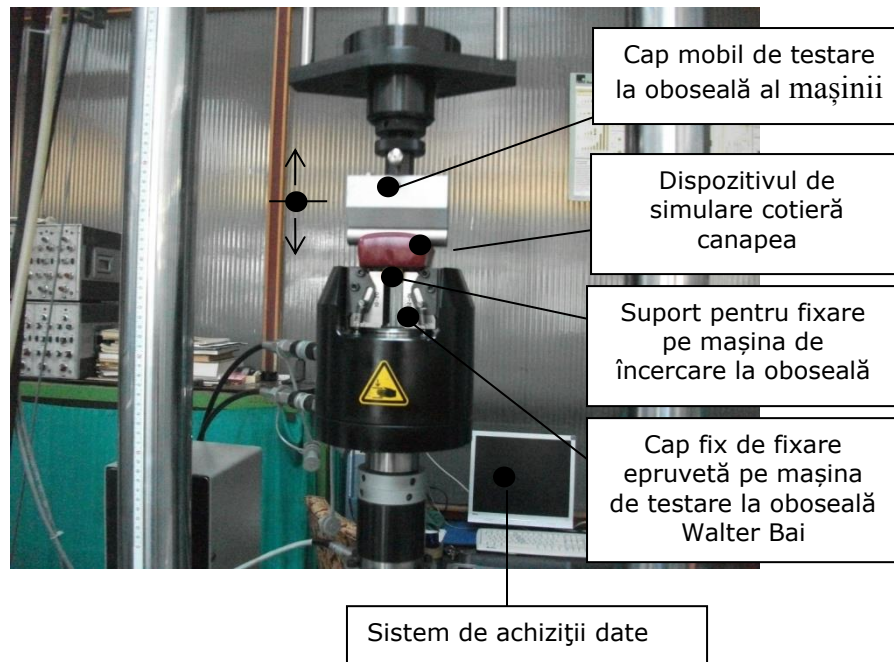


Fig.4.21. Imagine de ansamblu a mașinii de încercat la solicitări variabile Walter Bai 10 [kN]

Cele 4 dispozitive care simulează cotierele canapelelor, au fost testate la oboseală la mașina Walter Bai de 10 [kN], din laboratorul de la Catedra de Rezistența Materialelor din Cadrul Facultății de Mecanică. Parametrii mașinii au fost setați pentru a realiza o pretensionare de compresiune printr-o deplasare a capului mobil de 10 mm. Solicitarea variabilă de compresiune a dispozitivului de simulare a cotierelor s-a realizat prin impunerea unor oscilații ale capului mobil cu amplitudinea de 6 mm și o frecvență de 3 Hz, Fig.4.22.



Testele de oboseală au fost limitate la un număr de  $10^6$  cicluri. La finalul testelor materialul compozit cu matrice din PVC și suport textil a fost analizat vizual și microscopic în scopul identificării degradărilor apărute.

În urma analizei s-au desprins următoarele concluzii privind materialul compozit virgin (nesupus îmbătrânirii sub acțiunea factorilor de mediu):

- Nu au apărut fisuri sau crăpături la nivel macroscopic.
- Au apărut deformații remanente în zona pliurilor, mai accentuate la probele montate pe cotiere cu pretensionare.
- În zonele fără pliuri nu au apărut modificări vizibile la nivel macroscopic.
- Testele de oboseală cu un număr de  $10^6$  cicluri au avut o durată de circa 150 ore, ceea ce reprezintă un timp foarte scurt în comparație cu durata de folosință a bunurilor de larg consum tapițate cu materiale din categoria celor testate.
- Fisurile și crăpăturile la tapițeriile cu înlocuitori de piele din această categorie nu se produc datorită exclusiv solicitărilor variabile de natură mecanică. Cauzele acestor degradări ireversibile trebuie analizate luând în considerație fenomenul de degradare în timp sub acțiunea factorilor de mediu în combinație cu acțiunea solicitărilor mecanice din timpul duratei de folosință.

#### 4.6.2. Teste de oboseală cu suport cu spumă poliuretanică și arcuri elicoidale

Pentru testarea la oboseală a înlocuitorilor de piele în condiții similare tapițeriilor cu arcuri elicoidale, a fost proiectat și executat dispozitivul, Fig.4.24, adaptat acestui scop.

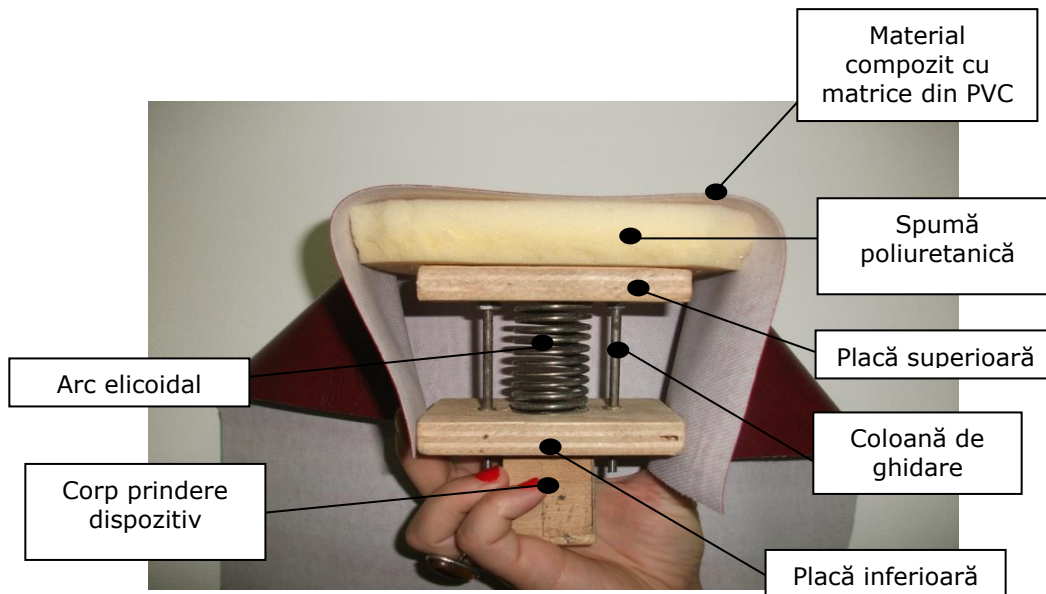


Fig.4.24. Imagine de ansamblu a dispozitivului simulare suport tapițerie cu arcuri

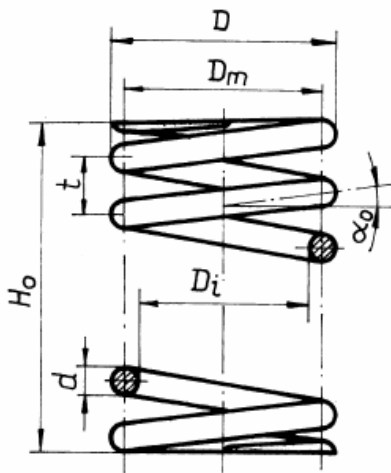


În componența dispozitivului s-au utilizat următoarele materiale cu următoarele dimensiuni: spuma poliuretanică are grosimea  $g = 40,2$  mm și densitate  $\rho = 30$  kg/cm<sup>2</sup>; materialul din înlocuitor de piele cu matrice din PVC și suport din tricot glat are grosimea  $g = 0,18$  mm,  $\rho = 1,38$  kg/cm<sup>3</sup>.

Avantajele utilizării acestei spume poliuretanică ca suport în tapițerii sunt:

1. Transfer termic adecvat pentru cele mai extreme condiții oferind o protecție pe termen lung indiferent de condițiile meteo;
2. Aplicabilitate pe orice suprafață;
3. Permeabilitate bună la vapori;
4. Reduce apariția mucegaiului sau a ciupercilor;
5. Transferul termic este scăzut indiferent în ce domenii este utilizat;
6. Rezistență mare la „îmbătrânire”.
7. Asigură confort sporit tapițeriilor.

Pentru preluarea unei componente importante de deformare cu rol de amortizare, s-a utilizat un arc elicoidal cu spire strânse, Fig.4.25.



unde:

$d$  - diametrul spirei;

$D_i$  - diametrul interior de înfășurare;

$D_m$  - diametrul mediu de înfășurare;

$D$  - diametrul exterior de înfășurare;

$t$  - pasul spirei;

$H_0$  - lungimea arcului în stare liberă;

$\alpha_0$  - unghiul de înclinare al spirei în stare liberă.

Fig. 4.25. Schița arcului elicoidal cu spire strânse utilizat în componența suportului cu arcuri

Valorile dimensiunilor arcului elicoidal utilizat la dispozitivul de simulare suport canapea sunt:

$d = 0,3$  mm;  $D_i = 20$  mm;  $D_m = 20,6$  mm;  $D = 21,2$  mm;  $t = 0,32$  mm;  $H_0 = 85$  mm;  $\alpha_0 = 27^\circ$ .

Cunoașterea pretensionării din dispozitivul suport, impune cunoașterea dependenței dintre forță și deplasare, așa numita caracteristica arcului. Pe baza testelor de compresiune a arcului s-a trasat curba forță-deplasare, Fig.4.26.

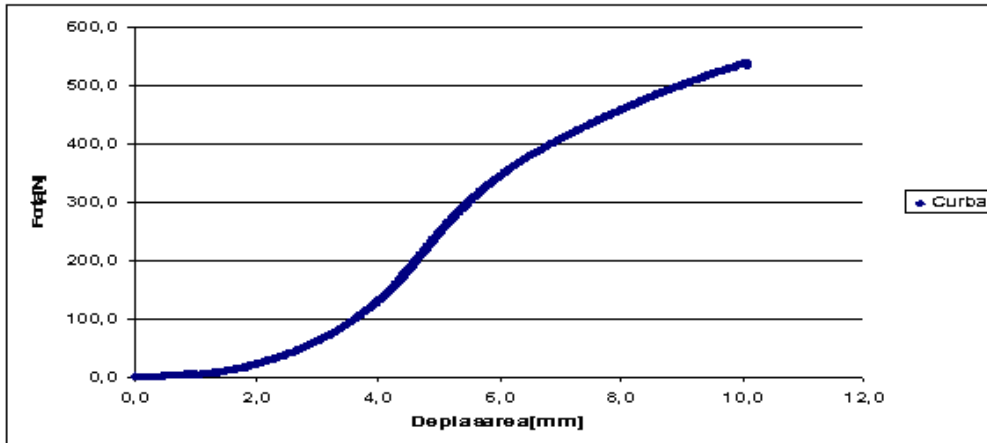


Fig.4.26. Curba forță-deplasare pentru arcul elicoidal utilizat la dispozitivul de simulare suport canapea

Dispozitivul este prevăzut cu o componentă din spumă poliuretanică utilizată la tapițarea canapelelor. Peste spuma poliuretanică s-a aplicat materialul compozit cu matrice din PVC, Fig.4.27.

S-au realizat în lateral 3 pliuri pentru a închide forma paralelipipedică a suportului cu arc, Fig.4.27, a fost fixat la mașina de încercări la oboseală Walter Bai de 10 [kN] în laboratorul de Rezistența Materialelor „Ștefan Nădășan”, UPT.

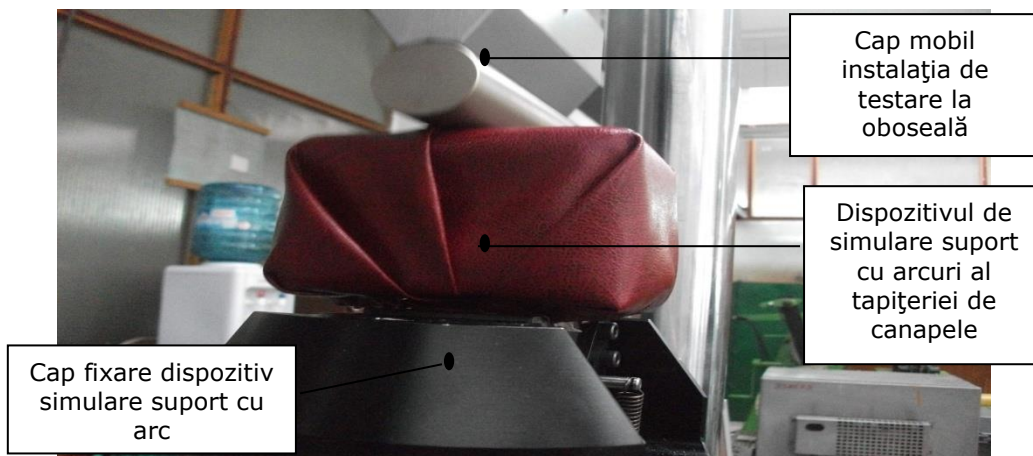


Fig. 4.27. Imagine din timpul testelor de oboseală ale materialului PVC tapițat pe dispozitivul de simulare suport canapea

Parametrii setați ai mașinii de oboseală Walter Bai pentru capul mobil, au fost aceiași cu parametrii prezentați în Fig. 4.26. Testele la oboseală s-au limitat la  $10^6$  cicluri. Materialul înlocuitor de piele a fost demontat de pe suportul din lemn și a fost analizat la un microscop Kruss Optic din laboratorul catedrei Rezistența Materialelor, UPT. S-a analizat gradul de degradare a materialului din zonele laterale unde au fost realizate pliurile dispozitivului, Fig.4.28.a-d, apărute în urma testului la oboseală.

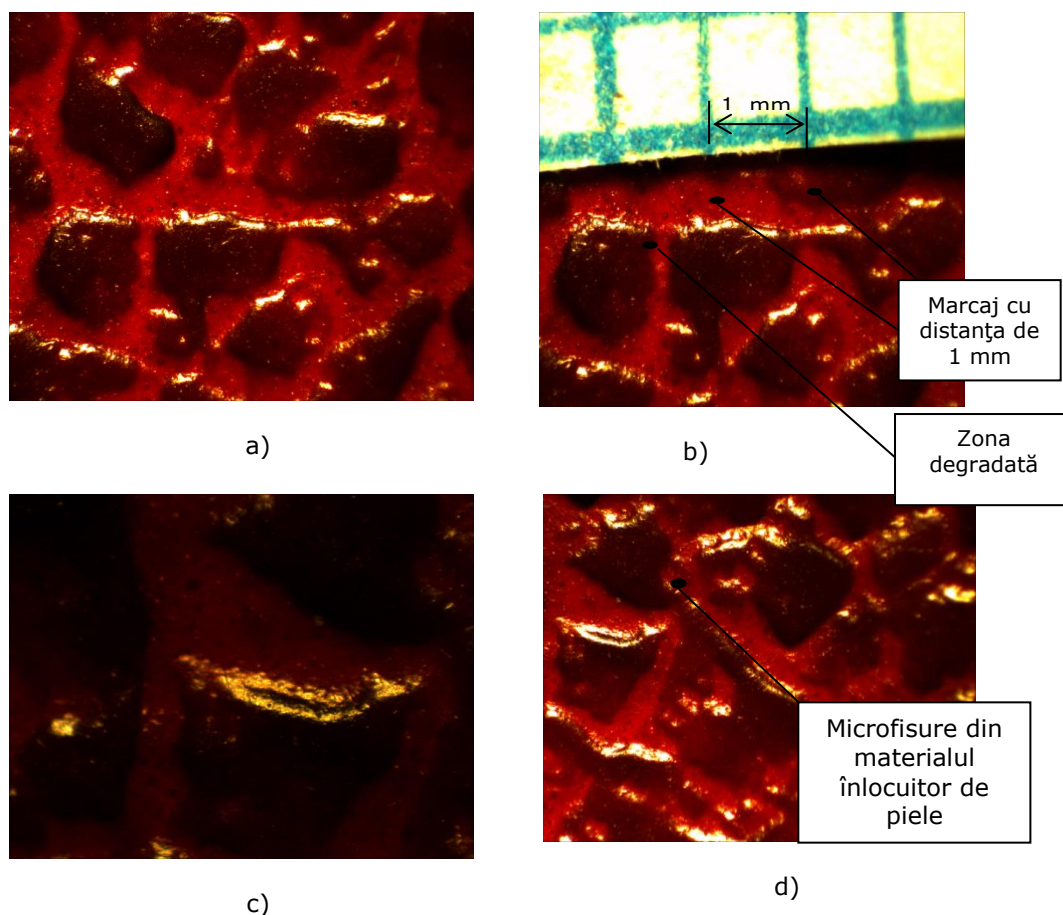


Fig.4.28. Imagini de la microscop cu zonele degradate ale pliurilor din materialul înlocuitor cu matrice PVC testat la oboseală: a) Zona mărită a degradării, b) Zona mărită în prezența unui marcaj cu dimensiunea de 1mm, c) Zona fisurată mărită de 300 ori, d) Zona cu fisura în lungime.

În urma analizei rezultatelor obținute se desprind următoarele concluzii:

- Dispozitivul de simulare suport canapea cu arcuri, datorită flexibilității oferite în timpul solicitărilor de compresiune variabile în timp, a evidențiat apariția unor degradări ireversibile în materialul înlocuitor de piele cu matrice din PVC și suport din tricot glat, după  $10^6$  cicluri.
- Degradările evidențiate sunt de natură mecanică, respectiv microfisurarea matricei polimerului din PVC după direcția rândului de tricot. Microfisura are o configurație rectilinie.
- După un număr de  $10^6$  cicluri suportul din tricot de tip glat nu prezintă degradări vizibile.

- Materialul testat a fost prelevat dintr-un lot cu dată de fabricație recentă, fără să fi suportat o îmbătrânire sub acțiunea factorilor de mediu ambiental.

#### 4.7. Studiul influenței radiațiilor UV asupra durabilității înlocuitorilor de piele cu matrice din PVC

##### 4.7.1. Determinarea caracteristicilor elastice și mecanice pentru materialul expus timp de 550 ore la degradarea cu radiații UV, cu nivel moderat al intensității radiațiilor

Materialul înlocuitor de piele cu matrice din PVC a avut o durată de expunere la lampa cu radiații UV timp de 550 ore, iar distanța dintre material și lampă a fost de 25 cm. Energia de radiație la distanța de 25 cm este de  $0,635 \text{ mW/cm}^2$ . Au fost prelevate epruvete din acest material degradat eșantioane atât pe direcția rândului tricotat cât și pe direcția șirului tricotat, luându-se în considerație zonele de prelevare. Dimensiunile epruvetelor au fost: lungime  $L = 250 \text{ mm}$  și lățime de  $l = 25 \text{ mm}$ .

Materialul supus degradării la radiații UV moderate timp de 550 ore, prezintă pe spatele materialului corespunzător suportului din tricot, o modificare a aspectului structurii tricotate, pe o dimensiune de  $l = 1,4 \text{ cm}$  și  $L = 5,6 \text{ cm}$ , Fig.4.29.

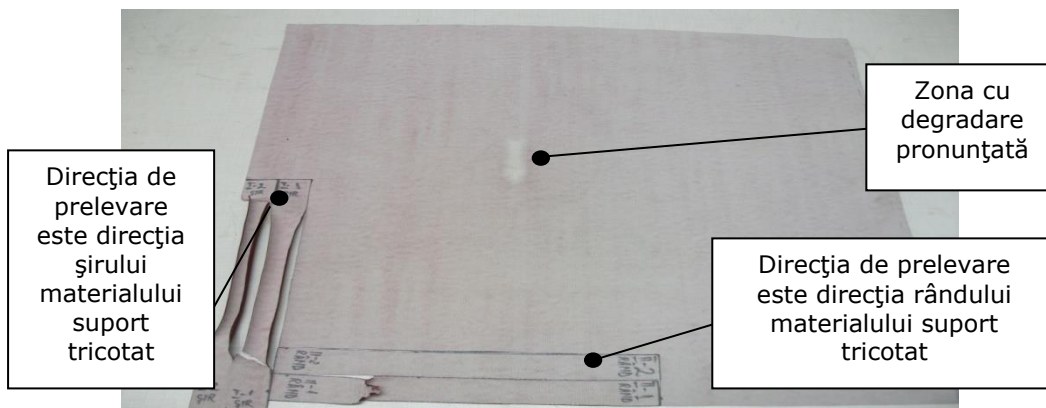


Fig. 4.29. Imagine spate material cu suport din tricot și cu matrice din PVC, supus la o degradare cu radiații UV timp de 550 ore



Fig.4.30. Imagine față cu materialul compozit cu matrice din PVC degradat timp de 550 ore

Materialul supus degradării în zona centrală cu degradare pronunțată degradată este mai rigid, fără luciu și are un miros de polimer ars. Epruvetele au fost prelevate din materialul înlocuitor de piele din PVC atât pe direcția șirului cât și pe direcția rândului de tricot. Testele de tracțiune au fost efectuate în laboratorul de Rezistența Materialelor, UPT pe mașina Zwick Roell de 5 [KN]. Epruvetele testate sunt prezentate în Fig.4.31 și 4.32.



Fig.4.31. Imagini cu epruvetele extrase din materialul compozit cu matrice din PVC degradat cu radiații UV timp de 550 ore, pe direcția șirului de tricot, după încercarea la tracțiune

Materialul secționat pe direcția șirului cedează dintr-o dată sub acțiunea forțelor acționate în lungul mostrei.



Fig.4.32. Imagini cu epruvetele din materialul compozit cu matrice din PVC (degradate cu radiații UV timp de 550 ore) prelevate pe direcția rândului de tricot, după încercarea la tracțiune

Testele de tracțiune au indicat rezistențe la tracțiune a materialului mai mari pentru epruvetele prelevate pe direcția rândului suportului de tip tricot, în comparație cu cele prelevate pe direcția șirului ale suportului de tip tricot.

Rezultatele obținute la încercarea la tracțiune au fost reprezentate grafic sub forma curbelor tensiune-deformație specifică, Fig.4.33 și Fig.4.34.

Pe același grafic au fost reprezentate curbele tensiune-deformație specifică pentru epruvetele prelevate din material virgin.

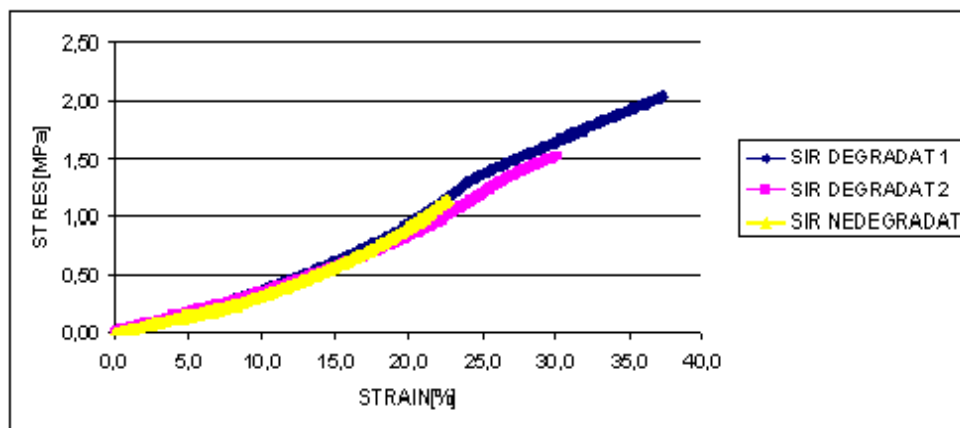


Fig.4.33. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția șirului degradat și epruveta extrasă pe direcția șirului de tricot nedegradat

Se poate observa o diferență nesemnificativă între epruvetele nedegradate și cele care au fost supuse la radiații timp de 550 de ore, prelevate pe direcția șirului de rânduri din tricot.



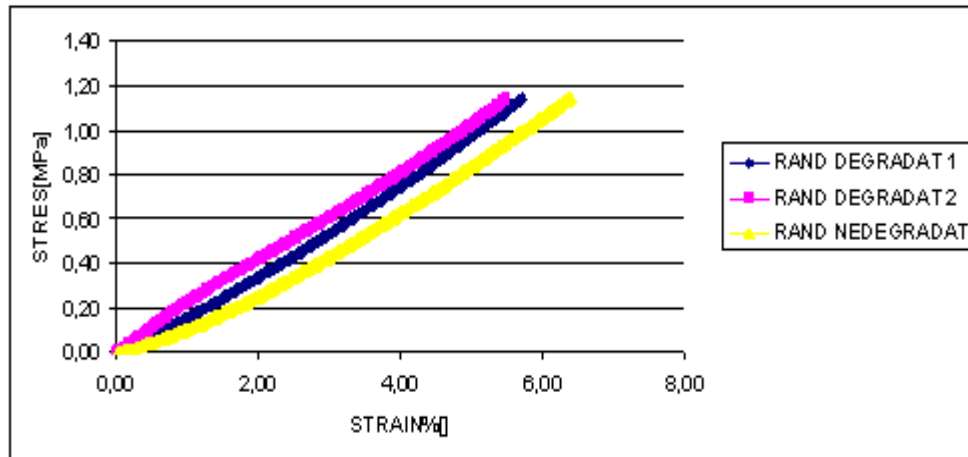


Fig.4.34. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția rândului degradat și epruveta extrasă pe direcția rândului de tricot nedegradat

Din analiza curbelor-tensiune deformație reprezentate în Fig.4.33 se remarcă o diferență mică a rezistenței de rupere de valoare  $\Delta_{med} = 11,1\%$ , între epruvetele extrase pe direcția rândului de tricot față de epruvetele extrase pe direcția rândului de tricot degradate.

Comparând rezultatele obținute pentru epruvetele prelevate pe direcția șirului de tricot, Fig.4.34., se pune în evidență o scădere medie a rezistenței de rupere de ,  $\Delta_{med} = 43,63\%$ .

#### 4.7.2. Determinarea caracteristicilor elastice și mecanice pentru materialul expus la radiații UV timp de 1700 ore, cu nivel moderat al intensității radiațiilor

Având în vedere rezultatele obținute din testele de tracțiune efectuate pentru materialul expus la radiații timp de 550 ore, s-a desprins concluzia că expunerea la radiații UV moderate nu produce modificări semnificative ale proprietăților mecanice.

Din aceste considerente s-au efectuat teste de tracțiune pentru un material expus la radiații UV în aceleași condiții dar la o durată de 1700 ore, Fig.4.35.

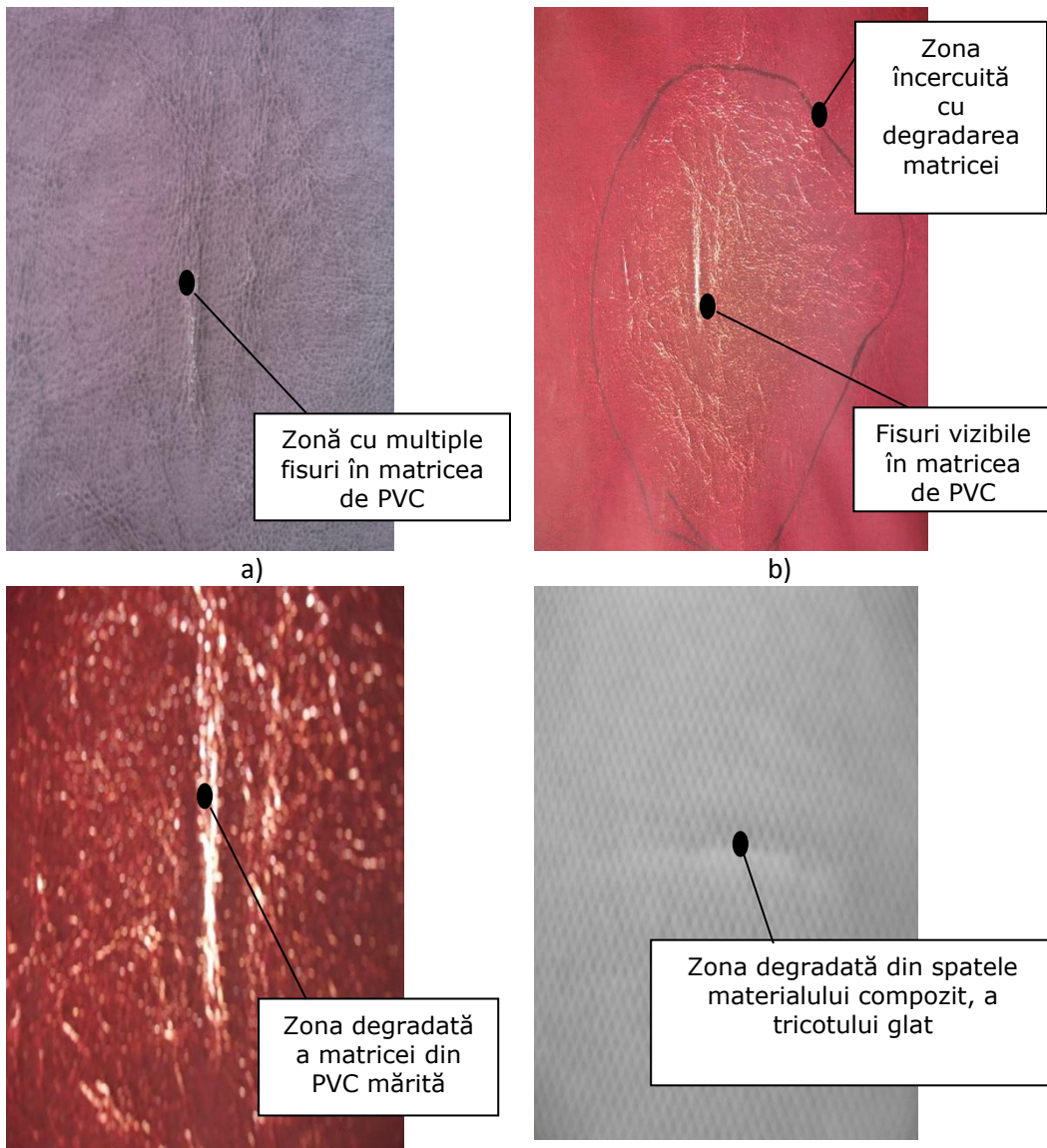


Fig.4.35. Imagine cu materialul compozit textil cu matrice din PVC supus la radiații UV de intensitate moderată: a) fața materialului, b) zona de degradare a feței materialului (zona încercuită), c) zona degradată mărită, d) spatele materialului degradat.

Materialul prezintă o îmbătrânire a matricei polimerice din PVC, zona este casantă, dură și are miros de ars. Suportul din tricot este cu o structură mai rară, datorită topirii matricei din PVC care face să separe într-un fel rândurile și șirurile tricotate ale materialului.



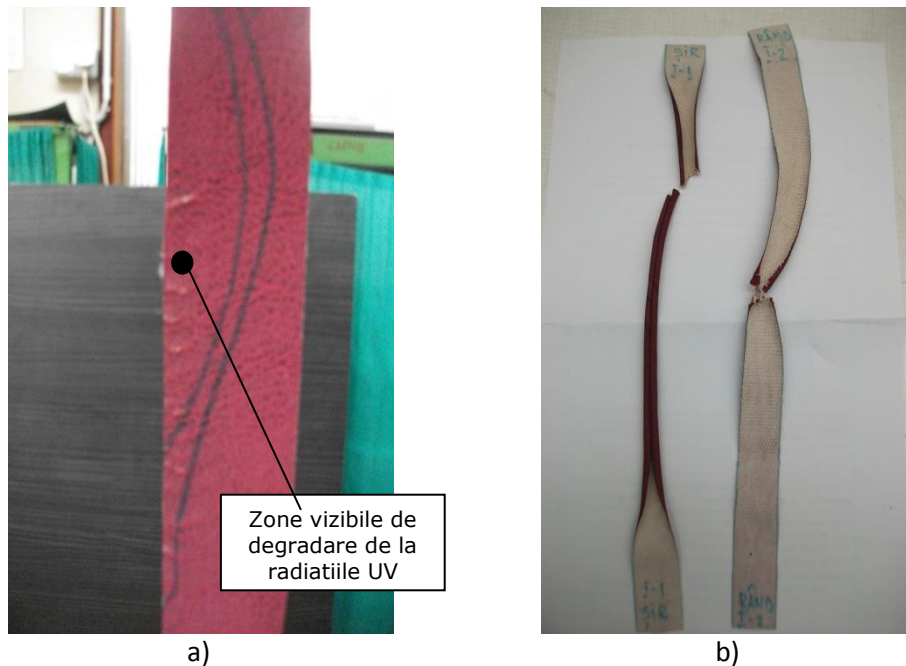


Fig.4.36. Imagine cu materialul compozit textil cu matrice din PVC degradat, din timpul încercărilor la tracțiune: a) imagine din timpul testelor la tracțiune, b) imagine cu epruvetele de material după testarea la tracțiune

Se observă că epruvetele care au fost prelevate pe direcția șirului tricotat au fost rupte dintr-o dată în timpul testelor, pe când cele care au fost prelevate pe direcția rândului tricotat s-a rupt matricea din PVC iar suportul tricotat a rezistat până la finalul testului.

În Fig. 4.37, 4.38, sunt prezentate rezultatele obținute în urma testelor efectuate la tracțiune cu eșantioanele extrase pe direcția șirului de ochiuri din tricot cât și pe direcția rândului de ochiuri din tricot după ce materialul a fost expus la o degradare moderată cu radiații UV timp de 550 de ore și timp de 1700 de ore.

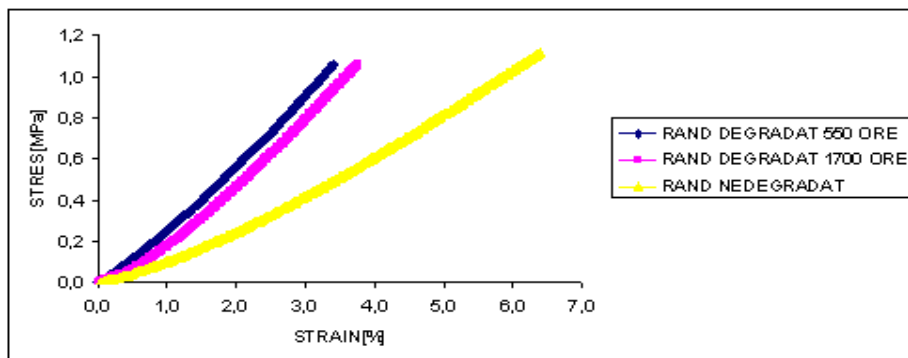


Fig.4.37. Variația tensiune-deformație specifică la testarea epruvetelor prelevate pe direcția rândului de tricot degradat sub acțiunea radiațiilor moderate UV timp de 550 ore și cele degradate timp de 1700 ore

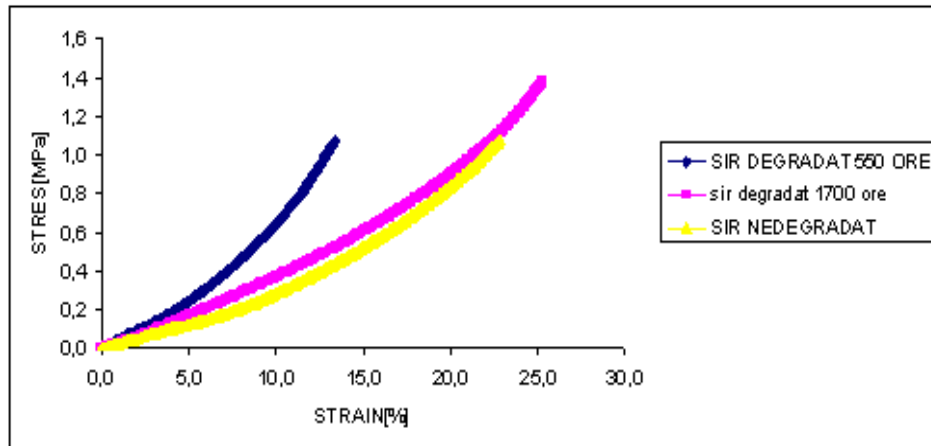


Fig.4.38. Variația tensiune-deformație specifică la testarea epruvetelor prelevate pe direcția șirului de tricot degradat sub acțiunea radiațiilor moderate cu UV timp de 550 ore și cele degradate timp de 1700 ore

#### Concluzii:

1. Dacă analizăm diagramele tensiune-deformație din Fig.4.37 și Fig.4.38, se observă o modificare a mostrei prelevată pe direcția rândului de ochiuri din tricot la degradarea moderată sub acțiunea radiațiilor UV timp de 550 de ore și este asemănătoare ca rezultat cu cea degradată 1700 de ore privind rezistența forței în timpul deplasării comparativ cu epruveta prelevată pe direcția rândului de ochiuri din tricot nedegradat.
2. Epruveta prelevată pe direcția șirului de ochiuri din tricot și degradată moderat sub acțiunea radiațiilor UV timp de 550 de ore și cea supusă la radiații UV timp de 1700 de ore au valori asemănătoare.
3. Dacă comparăm rezultatele testelor de la tracțiune cu cele în care epruveta nu este degradată, apare o diferență mare în ceea ce privește forța de rezistență în funcție de deplasare.
4. Aceste rezultate obținute sunt în concordanță cu faptul că degradarea materialelor textile compozite cu matrice din PVC și PU supuse la degradare moderată cu radiații UV, necesită o cunoaștere a proprietăților materialelor care intră în acest proces de degradare dar și a factorilor care influențează această degradare sau oboseală a materialelor din înlocuitori de piele.

#### 4.7.3. Determinarea caracteristicilor elastice și mecanice pentru materialul expus timp de 14 ore la degradarea cu radiații UV, cu nivel ridicat al intensității radiațiilor (degradare accentuată)

Materialul înlocuitor de piele cu matrice din PVC a avut o durată de expunere de 14 ore la instalația de degradare cu radiații UV, cu nivel ridicat al intensității. Au fost prelevate epruvete din acest material degradat atât pe direcția rândului tricotat cât și pe direcția șirului tricotat. Dimensiunile epruvetelor au fost: lungime  $L=100$  mm, lățime de  $l_1=22,5$  mm,  $l_2=15$  mm și raza  $R=120^\circ$ , Fig.4.39.

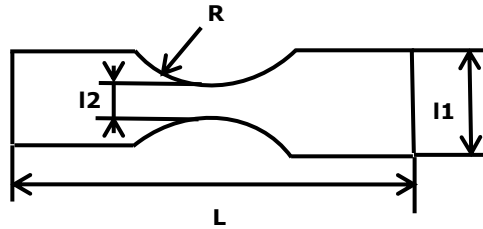


Fig.4.39. Desen cu dimensiunile epuvei testată din material cu matrice din PVC, pentru testele la oboseală

Materialul supus degradării accentuate la radiații UV timp de 14 ore, prezintă pe spatele materialului corespunzător suportului din tricot, o modificare a aspectului structurii tricotate. Apar „ciupituri” de diametre mari, iar fața materialului devine rigidă, casantă și are marginile rulate din cauza degradării cu UV. Materialul supus degradării în zona centrală cu degradare pronunțată este mai rigid, fără luciu, cu mici „umflături” în matricea polimerului degradat și cu un miros de polimer ars.

Testele de tracțiune au fost efectuate în laboratorul de Rezistența Materialelor, UPT pe mașina Zwick Roell de 5 [kN]. Epruvetele testate sunt prezentate în Fig.4.40 și 4.41.

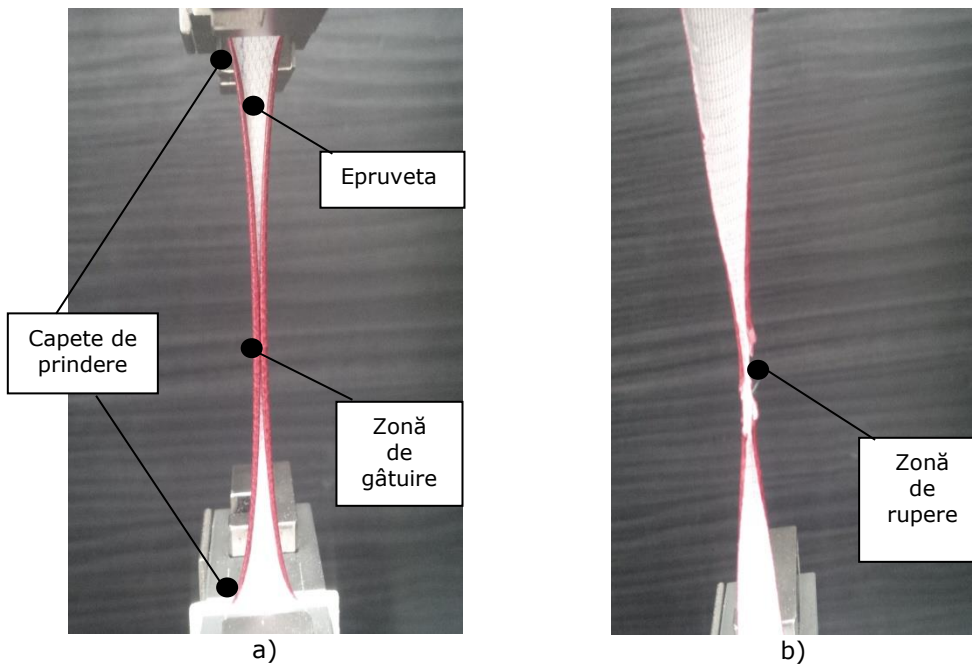


Fig. 4.40. Imagini cu eșantioanele de tricot în timpul testării: a) imagine din timpul testelor; b) imagine din momentul ruperii epruvetei;



Fig.4.41. Imagini cu epruvetele prelevate din materialul compozit cu matrice din PVC degradat cu radiații UV timp de 14 ore, pe direcția șirului și a rândului de tricot, după încercarea la tracțiune

Epruvetele secționate pe direcția șirului cedează brusc fără deformații plastice sub acțiunea forțelor acționate în lungul mostrei. Testele de tracțiune au indicat rezistențe la tracțiune a materialului mai mari pentru epruvetele prelevate pe direcția rândului suportului de tip tricot, în comparație cu cele prelevate pe direcția șirului ale suportului de tip tricot.

Rezultatele obținute la încercarea la tracțiune au fost reprezentate grafic sub forma curbelor tensiune-deformație specifică, Fig.4.42 și Fig.4.43.

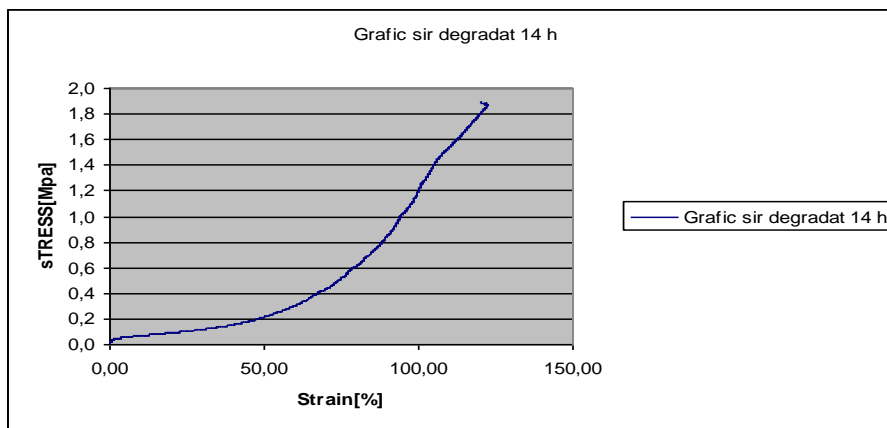


Fig.4.42. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția șirului a materialului cu matrice din PVC degradat timp de 14 ore

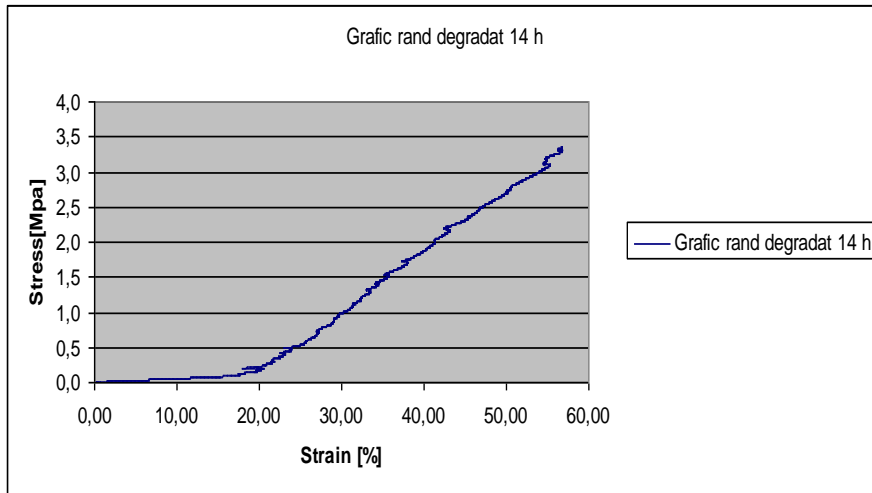


Fig.4.43. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția rândului a materialului cu matrice din PVC degradat timp de 14 ore

Pe același grafic au fost reprezentate curbele tensiune-deformație specifică pentru epruvetele prelevate din material virgin și epruvetele prelevate din materialul degradat cu radiații UV timp de 14 ore, Fig.4.44, și Fig.4.45.

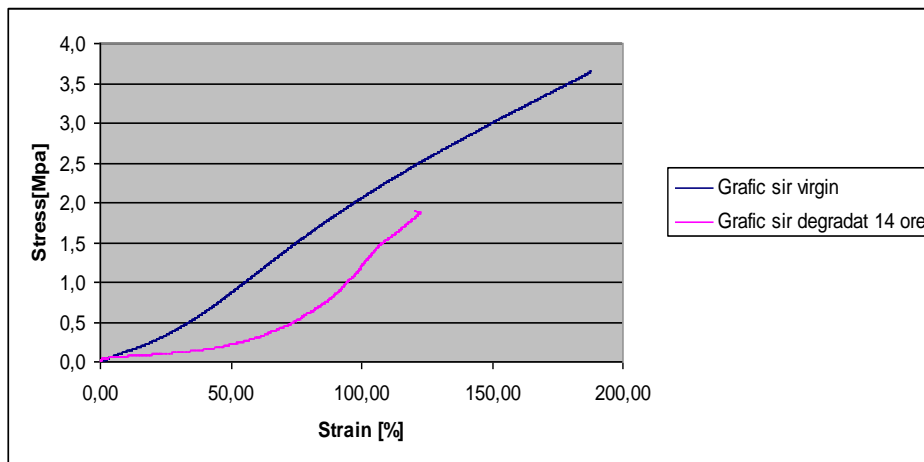


Fig.4.44. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase pe direcția șirului a materialului cu matrice din PVC degradat și epruveta extrasă pe direcția șirului de material cu matrice din PVC virgin

Se poate observa o mică diferență semnificativă între epruvetele virgine și cele care au fost supuse la radiații timp de 14 ore, prelevate pe direcția șirului din tricot.

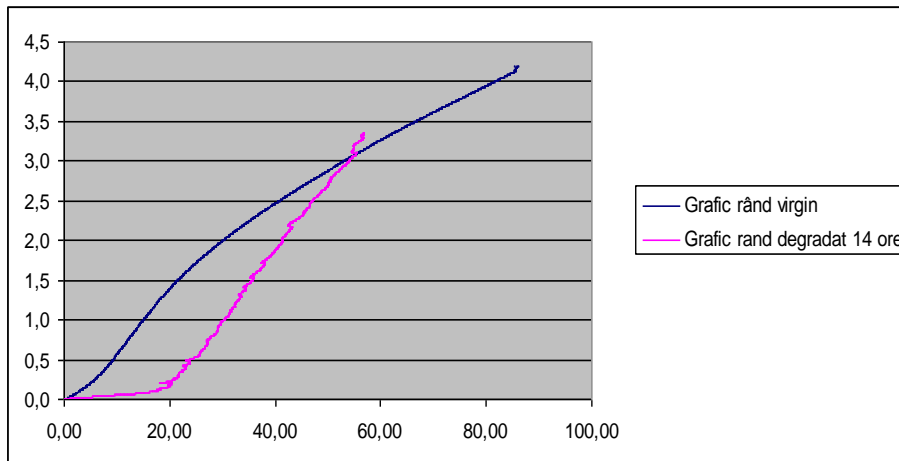


Fig.4.45. Variația tensiune-deformație specifică a epruvetelor extrase din materialul cu matrice din PVC degradat și epruveta din material cu matrice din PVC extrasă pe direcția rândului de tricot virgin

Comparând rezultatele obținute pentru epruvetele prelevate pe direcția șirului de tricot, Fig.4.44., se pune în evidență o scădere medie a rezistenței de rupere de valoare  $\Delta_{med} = 53,27\%$  a materialului degradat în comparație cu materialul virgin.

Din analiza curbelor-tensiune deformație specifică reprezentate în Fig.4.45 se remarcă o diferență a rezistenței de rupere de valoare  $\Delta_{med} = 53,58\%$ , între epruvetele extrase pe direcția rândului de tricot virgine față de epruvetele extrase pe direcția rândului de tricot degradate sub acțiunea radiațiilor UV. Rezultatele testelor sunt prezentate în Tab.4.4.

Tab.4.4. Rezultatele rezistenței maxime a epruvetelor testate din material compozit cu matrice din PVC

Materialul testat	Direcția de prelevare a epruvetei [cm]	Rezistența maximă [N/mm <sup>2</sup> ]
Material cu matrice din PVC virgin	Șir	18,70
	Rând	8,57
Material cu matrice din PVC degradat 14 ore	Șir	12,20
	Rând	5,58

## Concluzii

Comparând valorile rezistenței la tracțiune pentru degradările provocate de niveluri diferite de expunere în conformitate cu cele prezentate în subcapitolele 4.7.2 și 4.7.3, rezultă că nivelul radiațiilor UV au o influență determinantă în degradarea înlocuitorilor de piele cu suport textil și matrice PVC.

În cazurile analizate, prin creșterea nivelului de radiații UV; s-a înregistrat o scădere a rezistenței la tracțiune după cum urmează: pe direcția șirului materialului textil cu suport tricot de tip glat și matrice din PVC,  $\Delta_{med} = 10,65\%$  iar pe direcția rândului materialului textil cu suport de tricot tip glat și matrice din PVC,  $\Delta_{med} = 5,19\%$ .

Prin expunerea materialului la radiația UV, are loc absorbția radiațiilor de către molecule iar în urma acestui proces de absorbție moleculele vor atinge o stare de excitație doar dacă diferența de energie dintre starea inițială și cea finală (după absorbție) este egală cu  $h\nu$ . Deci scindarea legăturilor depinde de cantitatea de energie absorbită. Conform principiului degradării, cantitatea de energie absorbită de către o moleculă trebuie să depășească energia de legătură pentru a cauza degradarea. Rezultă astfel două aspecte importante:

- Energia trebuie absorbită de către o moleculă pentru a produce modificări la nivel molecular;
- Modificări ale valorilor energiei radiante vor afecta degradarea [Wzpch, G., 2015].

Factorii care favorizează degradarea PVC-ului flexibil sub acțiunea radiațiilor UV (fotodegradarea):

- Intensitatea energiei radiante;
- Prezența plastifianților. Astfel, influența acestora în procesul fotodegradării include absorbția radiațiilor UV, propria degradare, migrarea și evaporarea, permeabilitatea la oxigen și formarea grupelor carbonil;
- Apa, umiditatea;
- Agenții de poluare.

Ca urmare a acțiunii radiațiilor UV, apar o serie de modificări ale suportului de PVC flexibil expus la sursa de UV. Dintre aceste schimbări, modificarea culorii, perceptibile cu ochiul liber și deteriorarea proprietăților mecanice sunt cele mai semnificative și ușor de detectat (evidențiat).

Alte manifestări ale fotodegradării includ:

- Modificări ale masei moleculare a polimerului (modificarea gradului mediu de polimerizare);
- Modificarea compoziției suprafeței;
- Eroziunea suprafeței;
- Deteriorarea luciului;
- Pierdere de masă;
- Modificări ale proprietăților electrice [Gradette, J.L., 1993].

La începutul perioadei de expunere, oxidarea pe ambele părți ale mostrei este aproape simetrică, dar devine asimetrică pe măsură ce timpul de expunere crește. Acest lucru se datorează faptului că expunerea concură la acumularea de specii absorbante care absorb o parte din radiații înainte ca acestea să atingă spatele probei (efect screening). Procesul de fotooxidare este influențat de asemenea și de grosimea probelor expuse. Conform datelor din literatură, oxidarea are loc la o adâncime de cca 150 $\mu$ m. Aceste aspecte relevă faptul că rezultatele fotooxidării depind de doi factori: adâncimea de penetrare a radiației și rata de difuzie a oxigenului [Wzpch, G., 2015].

#### **4.7.4. Determinarea curbei la oboseală pentru materialul expus timp de 14 ore la degradarea cu radiații UV, cu nivel ridicat al intensității radiațiilor (degradare accentuată)**

Din materialul înlocuitor de piele cu matrice din PVC și cu tricot de tip glat care a fost expus o durată de 14 ore la instalația de degradare cu radiații UV, cu

nivel ridicat al intensității, au fost prelevate epruvete pe direcția șirului tricotat, sub un unghi de  $90^\circ$  în raport cu direcția rândului tricotat conform dimensiunilor prezentate în Fig. 4.39. Epruvetele extrase sunt prezentate în Fig.4.46 pregătite pentru încercarea de oboseală la tracțiune oscilant pozitivă.



Fig. 4.46. Imagine de ansamblu cu epruvetele degradate cu UV cu nivel ridicat de radiații timp de 14 ore, pregătite pentru încercarea de oboseală la tracțiune oscilant pozitivă.

Parametrii mașinii au fost setați pentru a realiza o pretensionare de tracțiune printr-o deplasare a capului mobil de 10 mm. Solicitarea variabilă s-a realizat prin controlul deplasărilor cu impunerea unor oscilații ale capului mobil cu amplitudinea de 6 mm și o frecvență de 3 Hz, Fig. 4.47.

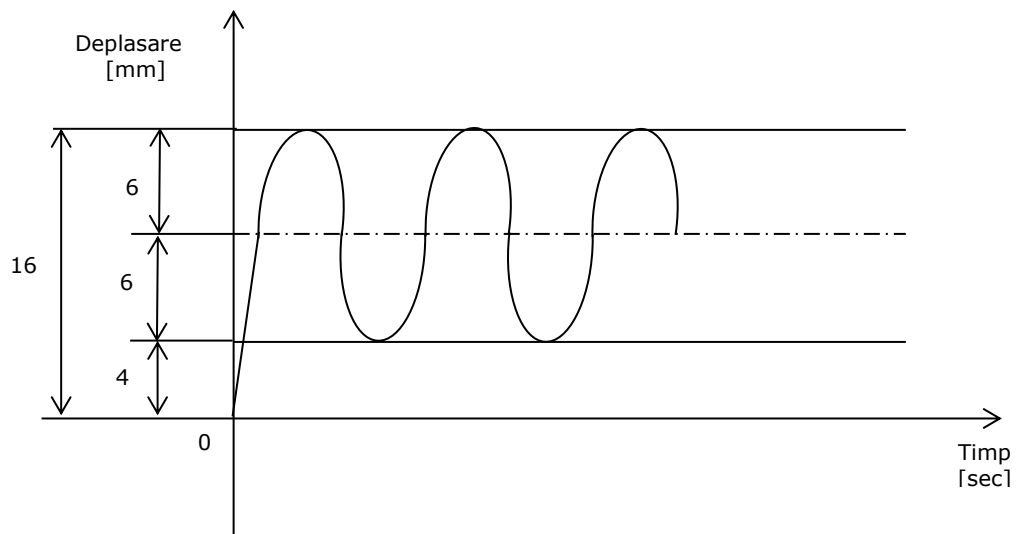


Fig. 4.47. Schema de variație a deplasărilor pentru solicitarea de tracțiune oscilantă (controlul deplasărilor)

Epruvetele au fost fixate la mașina de încercări la oboseală Walter Bai de 10 [kN], din dotarea laboratorului de Rezistența Materialelor „Ștefan Nădășan”, UPT, Fig.4.48.



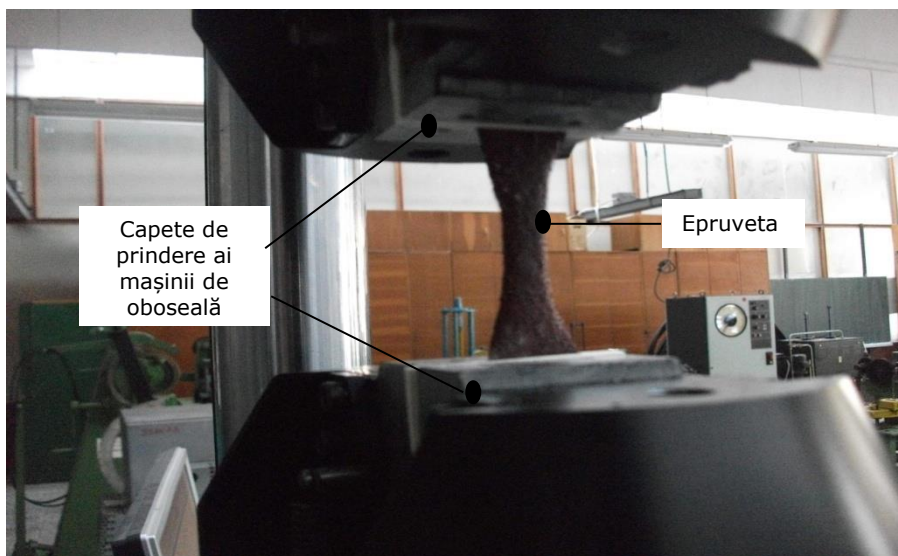


Fig. 4.48. Imagine din timpul testelor de oboseală ale materialului PVC degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel ridicat al intensității radiațiilor

Epruvetele rupte în urma testelor de oboseală sunt prezentate în Fig.4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53.



Fig.4.49. Imagine de detaliu cu epruveta S2 după încercarea de oboseală



Fig.4.50. Imagine de detaliu cu epruveta S6 după încercarea de oboseală

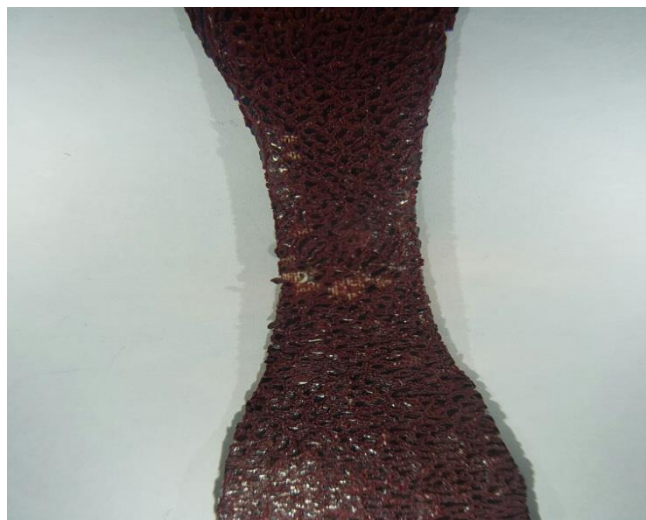


Fig.4.51. Imagine de detaliu cu epruveta S7 după încercarea de oboseală

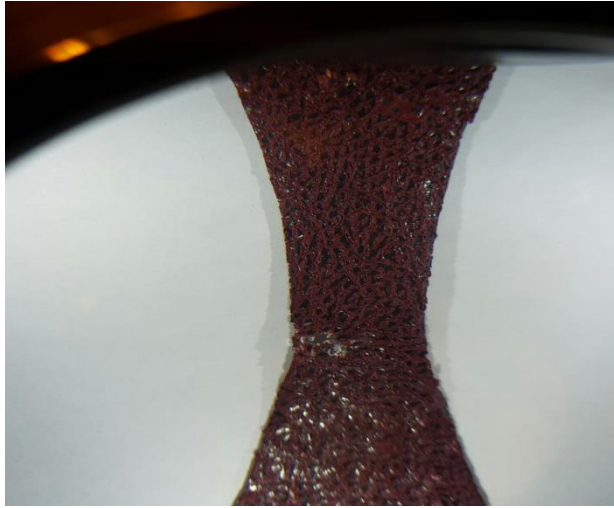


Fig.4.52. Imagine de detaliu cu epruveta S8 după încercarea de oboseală

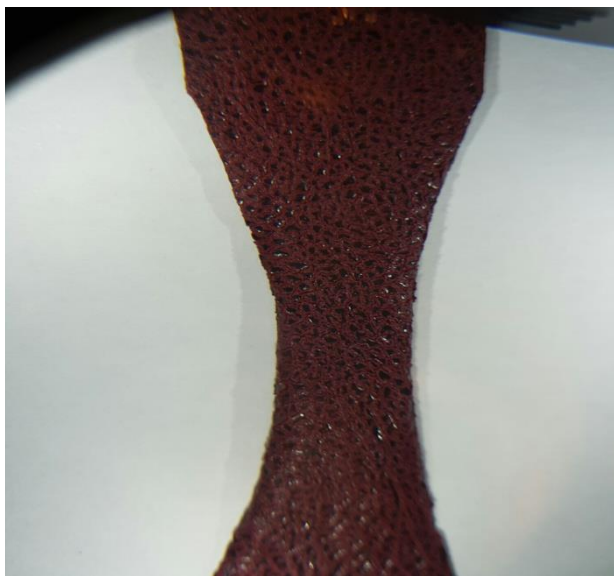


Fig.4.53. Imagine de detaliu cu epruveta S9 după încercarea de oboseală

Rezultatele testelor la oboseală sunt prezentate în Tab.4.5.

Tab.4.5. Rezultatele rezistenței la oboseală a epruvetelor testate din material compozit cu matrice din PVC, expus în prealabil la o degradare cu intensitate ridicată de radiații UV timp de 14 ore

Simbolizarea epruvetelor din material PVC expuse la radiații UV, prelevate pe direcția șirului tricostat sub unghi de 90° în raport cu direcția rândului de tricot [mm]	Grosime probă [mm]	Lățime în secțiunea minimă [mm]	Aria secțiunii transversale [mm <sup>2</sup> ]	Forța maximă [N]	Tensiunea maximă aplicată [MPa]	Numărul de cicluri
S2	0,67	15,2	10,18	70	6,8735	3
S6	0,67	15,16	10,15	56	5,513	128425
S7	0,67	15,11	10,12	60	5,926	155468
S8	0,67	15,1	10,11	62	6,128	4943
S9	0,67	15,18	10,17	57	5,604	150190

Solicitarea alternantă de tracțiune oscilant pozitivă s-a realizat prin controlul deplasărilor așa cum s-a precizat în paragraful anterior ca urmare a limitelor de funcționare a mașinii Walter Bai de 10 [kN] la forțe sub 100 N, în cazul controlului de forțe. Așa cum rezultă din Tab.4.5, valorile forțelor înregistrate în condițiile deplasărilor impuse au valori mici.

În Fig.4.54. este reprezentată curba de oboseală în coordonate semilogaritmice obținută în urma încercărilor de oboseală în condițiile prezentate.

Se remarcă că cea mai ridicată valoare a ciclurilor de solicitare au fost înregistrate pentru epruveta S7, Tab.4.5, cu o forță maximă de 60 [N] cu un număr de 155.468 cicluri.

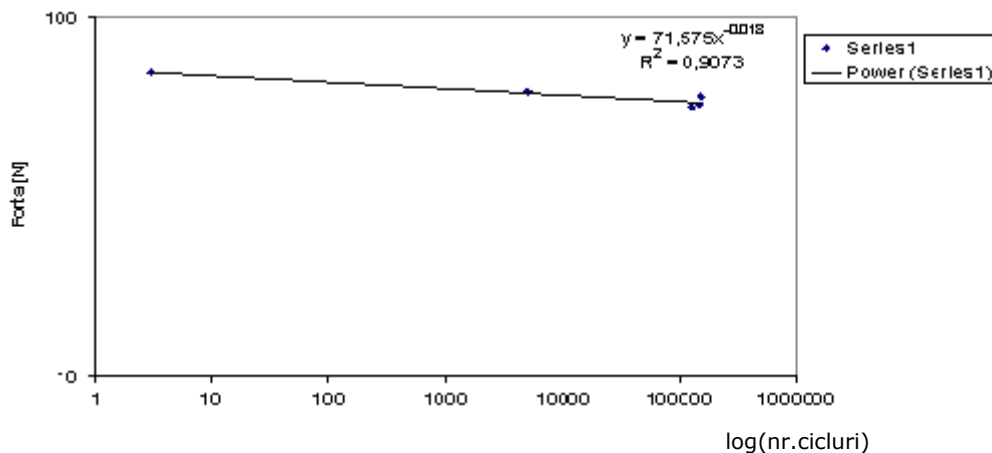


Fig.4.54. Curba de oboseală a epruvetelor extrase pe direcția șirului a materialului cu matrice din PVC degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel ridicat al intensității radiațiilor

Pentru generalizarea rezultatelor obținute la încercarea de oboseală s-a trasat curba de durabilitate în coordonate  $\sigma_{max}$ , log (nr.cicluri) a materialului degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel intens Fig.4.55.

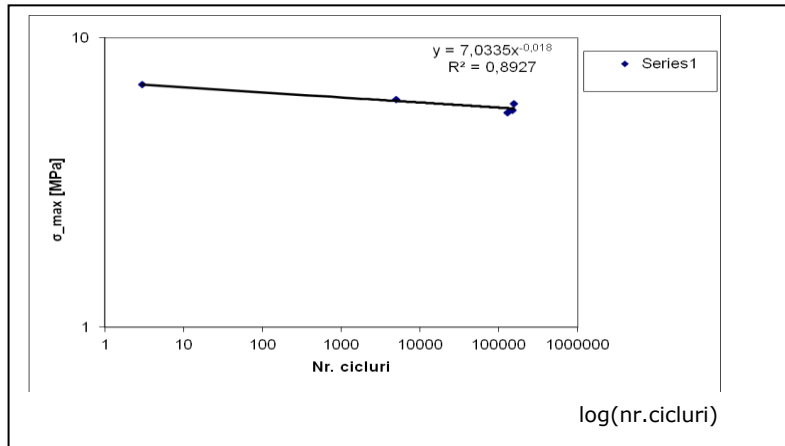


Fig.4.55. Curba de durabilitate a materialului degradat timp de 14 ore la radiații UV cu nivel ridicat al intensității radiațiilor

#### Concluzii:

- Expunerea la degradare cu radiații UV de intensitate ridicată timp de 14 ore, conduce la modificarea structurii prin modificarea luciului, rugozității, culorii matricei din PVC. Fig.4.56.

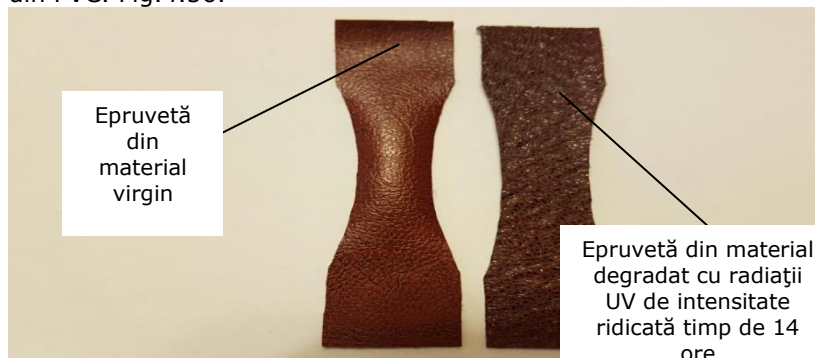


Fig. 4.56. Imagine cu epruvete din material virgin și din material degradat cu radiații UV de intensitate ridicată timp de 14 ore (nesupuse la solicitări variabile în timp).

- Din analiza tactilă, se observă cu ușurință pierderea elasticității materialului prin apariția fenomenului de ecruisare a matricei din PVC cu efecte importante de fragilizare. Degradarea materialului, înlocuitor de piele cu matrice din PVC și suport tricot de tip glat prin expunere la radiații UV cu intensitate ridicată timp de 14 ore, este pronunțată și produce efecte negative în ceea ce privește integritatea materialului în condiții de solicitare variabilă.
- Degradarea cu radiații UV de intensitate ridicată are efecte negative, asupra materialului compozit cu matrice din PVC și suport din tricot tip glat, în ceea ce privește durata de utilizare a tapițeriilor.
- Solicitățile variabile în timp, pentru materialele compozite cu matrice din PVC și suport din tricot de tip glat supuse la o degradare cu radiații UV de intensitate ridicată, produce o degradare mecanică foarte rapidă a materialului prin distrugerea integrității acestuia un număr mic de cicluri de solicitare.

## Cap.5. Concluzii. Contribuții personale

### Concluzii:

1. Cercetările în domeniul degradării materialelor din înlocuitori de piele cu matrice din PVC și PU sunt de mare actualitate și interes atât pentru mediul ingineresc cât și pentru lumea fabricanților de mobilă.
2. Provocările cu care se confruntă fabricanții, proiectanții și cercetătorii de astfel de materiale reprezintă îmbunătățirea tehnologiei de fabricare a înlocuitorilor de piele. Direcțiile de cercetare se referă la materialul tricotat suport, precum și materia primă respectiv compoziția matricei polimerului.
3. Producătorii de înlocuitori de piele sintetică abordează insuficient problema durabilității acestor materiale cu luarea în considerație a factorilor ambientali și de mediu în combinație cu solicitările mecanice în timp.
4. Un deziderat atât al fabricanților cât și al beneficiarilor bunurilor de consum care au în componență tapițerii din înlocuitori de piele, este acela de a obține produse de cât mai bună calitate care să reziste și să fie durabile o cât mai lungă perioadă de timp.
5. Degradarea materialelor compozite polimerice se produce ca rezultat al reacțiilor care au loc în structura chimică și a proprietăților materialelor polimerice care intră în componența materialului compozit.
6. Fenomenul de degradare mecanică în condiții de solicitare ambientală este însoțit de o serie de efecte negative manifestate asupra culorii și luciului materialului. Aceste modificări sunt adesea motive importante de scoatere din uz a produselor, chiar dacă integritatea lor mecanică nu a fost afectată.
7. Cercetările experimentale au fost orientate în faza inițială în scopul determinării caracteristicilor mecanice și elastice ale înlocuitorului de piele realizat din suport tricotat de tip glat cu matrice din PVC și PU.
8. Proprietățile mecanice și elastice ale materialului compozit realizat din suportul tricotat de tip glat cu matrice din PVC sau PU; depind de direcția de solicitare în raport cu șirul materialului tricotat dar și cu direcția rândului din materialul tricotat.
9. În scopul cuantificării la solicitarea la tracțiune a comportării individuale a materialului din suport, au fost efectuate cercetări experimentale și cercetări analitice privind stabilirea proprietăților mecanice și elastice pe direcția șirului de ochiuri și a rândului de ochiuri.
10. Radiațiile UV reprezintă factori de mediu care influențează în timp durabilitatea materialelor înlocuitori de piele cu suport din tricot de tip glat și matrice din PVC.

11. Radiațiile UV influențează atât calitățile de estetică ale tapițeriilor și în același timp influențează în mod considerabil proprietățile mecanice și elastice cu efecte de degradare a integrității mecanice a materialelor la solicitările uzuale din timpul perioadei de folosință.
12. Degradarea materialelor înlocuitori de piele cu suport tricotat de tip glat și matrice din PVC, sub acțiunea razelor UV este dependentă atât de timpul de expunere la radiații UV, precum și de nivelul de intensitate al acestora.
13. Fenomenul de degradare sub acțiunea radiațiilor UV este neuniform și este însoțit întotdeauna de creșterea temperaturii materialului expus. Distribuția temperaturii pe zona expusă radiațiilor este în strânsă concordanță cu distribuția radiațiilor UV pe aceeași suprafață (Fig.4.5, Fig.4.6).
14. Degradarea mecanică a materialului înlocuitor din piele cu suport de tricot tip glat cu matrice din PVC, se produce la un număr mult mai mic de cicluri de solicitare mecanică în cazul în care există o expunere la radiații UV (îmbătrânirea sub acțiunea radiațiilor UV).
15. Rezultatele cercetării științifice au fost valorificate prin publicarea unui număr de 5 lucrări.
16. Degradarea materialului, înlocuitor de piele cu matrice din PVC și suport tricot de tip glat prin expunere la radiații UV cu intensitate ridicată timp de 14 ore, este pronunțată și produce efecte negative în ceea ce privește integritatea materialului în condiții de solicitare variabilă.
17. Degradarea cu radiații UV de intensitate ridicată are efecte negative, asupra materialului compozit cu matrice din PVC și suport din tricot tip glat, în ceea ce privește durata de utilizare a tapițeriilor.
18. Solicitățile variabile în timp, pentru materialele compozite cu matrice din PVC și suport din tricot de tip glat supuse la o degradare cu radiații UV de intensitate ridicată, produc o degradare mecanică foarte rapidă a materialului prin distrugerea integrității acestuia un număr mic de cicluri de solicitare.

#### **Contribuții personale:**

1. Elaborarea unei sinteze bibliografice pe baza celor mai noi cercetări în domeniu cu referire la durabilitatea materialelor înlocuitori de piele, respectiv a factorilor care influențează degradarea materialelor înlocuitori de piele cu suport din tricot și matrice din PVC utilizate pentru tapițerii.
2. Prezentarea unei clasificări a proprietăților generale ale materialului suport din tricot din componența materialului compozit ca și înlocuitor de piele cu matrice din PVC.



3. Au fost efectuate atât cercetări experimentale cât și analitice în scopul determinării caracteristicilor elastice și mecanice ale materialului suport din tricot, obținându-se o bună concordanță între rezultatele obținute.
4. S-a efectuat calculul analitic pentru evaluarea rezistenței la plesnire a materialului de suport din tricot pentru înlocuitorul de piele cu matrice din PVC și PU.
5. S-au detreminat experimental proprietățile mecanice și elastice ale materialului compozit înlocuitor de piele cu suport din tricot și matrice din PVC în funcție de direcția de orientare a șirului și rândului de tricot.
6. În scopul determinării rezistenței la oboseală a materialului înlocuitor de piele cu suport din tricot și matrice din PVC, folosit la tapițerii, au fost concepute și realizate 2 tipuri de dispozitive de simulare a tapițeriilor cu suport din spumă poliuretanică și cu suport din arcuri elicoidale.
7. Materialele virgine testate la oboseală, atât pe dispozitivele de simulare a tapițeriilor cu suport de spumă poliuretanică cât și cu suport de arcuri elicoidale au rezistat la un număr de  $10^6$  cicluri fără să producă degradări vizibile.
8. S-au efectuat teste la oboseală pe materiale „îmbătrânite” sub acțiunea radiațiilor UV, montate pe dispozitivele de simulare a tapițeriilor cu suport de spumă poliuretanică cât și cu suport de arcuri elicoidale. Numărul de cicluri la care au apărut degradări ale integrității mecanice a înlocuitorului de piele a fost extrem de redus, limitându-se la ordinul zecilor de cicluri de solicitare.
9. S-a evidențiat efectul determinant al „îmbătrânirii” materialului înlocuitor de piele cu suport din tricot de tip glat cu matrice din PVC, asupra degradării acestuia în comparație cu solicitările mecanice de oboseală singulare fără o degradare imprevizibilă sub acțiunea factorilor de mediu.
10. Teste de oboseală la solicitări mecanice variabile în timp au evidențiat apariția zonelor de inițiere a fisurilor în zonele cu pliuri ale materialului înlocuitor de piele cu suport din tricot de tip glat cu matrice din PVC din componența tapițeriilor.
11. S-a trasat curba de oboseală pentru solicitarea de tracțiune alternant pozitivă a materialului compozit cu matrice din PVC și suport din tricot de tip glat supus la degradare cu radiații UV.
12. S-a trasat curba de durabilitate pentru solicitarea de tracțiune alternant pozitivă a materialului compozit cu matrice din PVC și suport din tricot de tip glat supus la degradare cu radiații UV.



## BIBLIOGRAFIE

- Afzal, A., Hussain, T., (2014). Statistical models for predicting the thermal resistance of polyester/cotton blended interlock knitted fabrics, *International Journal of Thermal Science* 85, 40-46.
- Ambroziak, A., Klosowski, P., (2014). Mechanical properties for preliminary design of structures made from PVC coated fabric, *Construction and Building Materials* 50, 74-81.
- Bahadir, S.K., Koncar, V., (2012). Wearable obstacle detection system fully integrated to textile structures for visually impaired people, *Sensors and Actuators A* 179, 297-311.
- Bidoki, S.M., Wittlinger, R., (2010). Environmental and economical acceptance of polyvinyl chloride (PVC) coating agents, *Journal of Cleaner Production* 18, 219- 225.
- Bosincean, A., (2013). Effect of hydroxypropyl-cyclodextrin on the solubility of an antiarrhythmic agent, *Ind. Eng. Chem. Res.* 52, 2174-2181.
- Brig-Sa, A., Nascimento, D., (2013). Textile waste as an alternative thermal insulation building material solution, *Construction and Building Materials* 38, 155-160.
- Budulan, R., (1985). Contribuții la proiectarea rațională a tricotelurilor, Teză de doctorat, I.P.Iași.
- Butler, M., Mechtcherine, V., (2009). Experimental investigations on the durability of fibre-matrix interfaces in textile-reinforced concrete, *Cement & Concrete Composites* 31, 221-231.
- Constandache, T., (2012). Mase plastice si domenii de utilizare a acestora, *Buletinul AGIR, Supliment*.
- Chamis CC, Sendekyi GP. (1968). Critique on theories predicting thermoelastic properties, 332-334.
- Chawla, K.K., (2001). Fibrous Reinforcements for Composites: Overview, *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, 3160-3167.
- Cherif, C., Krzywinski, S., (2013). New process chain for realisation of complex 2D/3D knitted fabrics for thermoplastic composite applications, *Procedia Materials Science* 2, 111-129.
- Comandar, C. (1996). Dezvoltarea și proiectarea structurilor tricotate cu destinație tehnică, Ed. Cerami, Iași.
- Comandar, C. (1998). Structura și proiectarea tricotelurilor, Ed. Cerami, Iasi, 15-112.
- Cubric, S., Skenderi, Z., (2012). Experimental study of thermal resistance of knitted fabrics, *Experimental Thermal and Fluid Science* 38, 223-228.

- Cuden, A. P., Hladvik, A., (2013). Loop length of plain single weft knitted structure with elastane, *Journal of Engineering Fibres and Fabrics*, Volume 8, Issue 2, 110-120
- Dalidovici, A., S. (1948). Bazele teoriei tricotării (traducere din limba rusă)-Editura Tehnico-Stiințifică de Stat a Industriei textile, uşoare și poligrafice.
- Dalidovici, A.,S. (1970). *Osnoví teorii viazaniia*, Moskva.
- Diordiere, O.,Diordiere, A., (2010). Simularea 3D a structurilor de tricot și a proprietăților utilizând curbele spline, Conferința Internațională Art & Design, Chișinău, Republica Moldova, 36-47.
- Dussere, G., Balea, L., (2014). Elastic properties prediction of a knitted composite with inlaid yarns subjected to stretching: A coupled semi-analytical model, *Composites Part: A* 64, 185-193.
- Dussere, G., Balea, L., (2014). Mechanical behaviour of plain knit reinforced injected composites, Effect of inlay yarns and fibre type, *Composites Part:B*, 20-29.
- Dussere, G., Balea, L., (2014). Elastic properties prediction of a knitted composite with inlaid yarns subjected to stretching: A coupled semi-analytical model, *Composites Part: A* 64, 185-193.
- Ehler, P., Maute (1986). *Überlegung zu einer Gliederung des Arbeitsgebietes*.
- Garkhail, S.K., Heijenhath, R.W.H., (2000). Mechanical properties of natural-fibre-mat Reinforced Thermoplastics based on Flax Fibres and Polypropilene, *Applied Composites Materials* 7, 351-372.
- Gardette, J.L., (1993). Influence of the experimental conditions on the photooxidation of poly(vinyl chloride), *J. Appl. Polym Sci*, 1885-1895.
- Gerhardt, L.C., Lottenbach, R.,(2013). Tribological investigation of a functional medical textile with lubricating drug-delivery finishing, *Coloids and Surfaces B: Biointerfaces* 108, 108-109.
- Glugliuzza, A., Duioli, E., (2013). A review on membrane engineering for innovation in wearable fabrics and protective textiles, *Journal of Membrane Science* 446, 330-375.
- Gubala, J.W., (2013). Textile and Fiber Damage, *Encyclopedia of Forensic Sciences (Second Edition)*, 138-142.
- Gude M., Koch I., (2010). Degradatioan behaviour of textile-reinforced polypropilene under fatigue loading,7th International Conference TEXSCI 2010.
- Hagiu, E., (1983). *Structura și proiectarea tricoturilor*, Rotaprint, I.P.Iași.
- Halbeisen, M., (2005). *Textiles-Natural*, *Encyclopedia of Analytical Science*, 1-16.
- Hufenbach W.,Gude, G.,(2010). Failure behaviour of textile reinforced thermoplastic composite made of hybrid yans.

- Huang, Z.M.,(1999). A unified micromechanical model for the mechanical properties of two constituent composite materials. Part V. Laminate strength, Journal Thermoplast Compos Mater, in press.
- Huang, H. Z.,Ramakrishna R., (2000). Micromechanical modeling approaches for the stiffness and strength of knitted fabric composites: a review and comparative study, Composites: Part A 31, 479-501.
- Huang, Z.M., (2004). Progressive flexural failure analysis of laminated composites with fabric reinforcement, Mechanics of Materials 36, 239-260.
- Hallal, A., Younes, R., (2013). Reviw and comparative study of analytical modeling for the elastic properties of textile composites, Composites: Part B, 50, 22-31.
- Haller, P., Birk, T., (2006). Fully fashioned biaxial weft knitted and stitch bonded textile reinforcements for wood connections, Composites Part B: Engineering, Vol.37, Issue-4-5, June-July 2006, 278-285.
- Ha-Minh, C.,(2013). Numerical analysis of a ballistic impact on textile fabric, International Journal of Mechanical Sciences 69, 32-39.
- Hashin, Z., (1983). Analysis of composite materials- a survey, J. Appl Mech ASME, 50,481.
- Hearle, J.W.S., (2001). Textile Fibers: A Comparative Overview, Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 9100-9116.
- Hearle, J.W.S., Grosberg, (1969). Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics- John Wiley& Sons, New York.
- Huang, ZM., (1999). A unified micromechanical model for the mechanical properties of two constituent composite materials.Part II. Plastic behaviour, Journal Thermoplast Compos Mater, in press.
- Kim Y. K.,Curiskis J. I.(2005). Mode-I interlaminar fracture behaviour of weft-knitted fabric reinforced composites, Composites: Part A 36, 954-964.
- Ionescu, L.,C., (2005). Materii prime pentru confecții din piele și înlocuitori, Editura Universității din Oradea.
- Kim, H.J., Seo, D.W., (2006). Effect of water absorbtion fatigue on mechanical properties of sisal textile-reinforced composites, International Ftaigue 28, 1307-1314.
- Kluge, G-J., (1991). Gedanken zur Bindungskonstruktion von Gewirken und Gestriken- Wirkerei-und Strikerei-technik, nr.10, 1193-1194.
- Korlinski, W.,(1981). Podstawy dziewiarstwa- Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa,
- Kudriavin, L.A., (1991). Osnovî tehnologii trikotajnovo proizvodstva-Moskva.

Kan, G.T., Au, C. H., (2014). Effect of biopolishing and UV absorber treatment on the UV protection properties of cotton knitted fabrics, *Carbohydrate Polymers* 101, 451-456.

Kan, G.T., Wu, C.M.,(2012). Effect of different knitted structure on the mechanical properties and damage behaviour of Flax/PLA (Poly Lactic acid) double covered uncomingled yarn composites, *Composites: Part B* 43, 2836-2842.

Karimi, H.R.,Jeddi, A.A., (2009). Theoretical analysis of load-extension behaviour of plain weft-knitted fabric, *The journal of The Textile Institute*, Vol.100, No.1, 18-27.

Latthe, S.S., Rao, A.V., (2012). Superhydrofophobic SIO<sub>2</sub> micro-particle coatings by spray method, *Surface & Coatings Technology* 207, 489-492.

**Lengyel, B.C.**, Faur, N., (2016). Analytic study regarding yarn geometry of two synthetic materials used in furniture and automotive industry", *Solid State Phenomena*, ISSN 1662-9779, Vol. 254, 116-119.

**Lengyel, B.C.**, Ducan, D., Faur, N.,(2015). Micromechanics approach of synthetic leather elasticit, *Scientific bulletin of the Politehnica University of Timișoara, România*, 39-44.

**Lengyel, B.C.**, Faur, N., Neș, C., (2014). Experimental research on the mechanical properties of the polyurethane synthetic lether, the 15-th Romanian Textile & Leather Conference CORTEP' 2014, *Editura Performantica*,122-128.

**Lengyel, B.C.**,Cernescu, A., Voiconi, T., (2016). Analytical and experimental determination of elastic properties for synthetic leather, *Rev. Materiale Plastice*, Vol.53, Nr.2, 283-286.

**Lengyel, B.C.**,Cernescu, A., Neș, C., (2016). Analytical calculation of resistance to burst of single jersey underlying two synthetic materials used in furniture industry", *Solid State Phenomena* ISSN 1662-9779, Vol. 254, 102-105.

Milasiene, D., Bubnyte, K.,(2007). The influence of Faqtigue Conditions on the Mechanical Properties of Laminated Leather and Separate Layers,ISSN 1392- 1320.

Majumdar, A.,Mukhopadhyay,S.,(2010). Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo celulosic fibres, *International Journal of Thermal Science* 49, 2042-2048.

Malureanu, G., Mihai A., (2003). *Bazele Proiectarii incaltamintei* Ed. Performantica, Iasi.

Melby, E.G.,(1989). *Glass-reinforced Thermosetting, Polyester Molding: Materials and Processing*, *Comprehessive Polymer Science and Supplements*, Vol.7, 51-109.

Mâlcomete, O.,(1995). *Materii prime textile*-Editura Zane, Iași.

Mitu, S.(1993). *Confortul și funcțiile produselor vestimentare*, Ed."Gh.Asachi", Iași.

Moller, M., Popescu, C., (2012). Natural Fibers, *Polymer Science: A Comrehensive Reference*, Vol. 10, 267-280.

- Moullor, P., Bonet, M.A., (2007). Characterization of the behaviour of flavour microcapsules in cotton fabrics, *European Polymer Journal* 43, 2481-2490.
- Niinimaki, K., Hassi, L., (2011). Emerging design strategies in sustainable productions and consumption of textiles and clothing, *Journal of Cleaner Production* 19, 1876-1883.
- Nistor, M.T., Vasile, C., (2013). TG/FT-IR/M study on the influence of nanoparticles content on the thermal decomposition of the starch/poly(vinyl alcohol) montmoillonite nanocomposites, *Iranian Polymer J.*, 2(70), 519-536.
- Ozdil, N., Marmarali, A., (2007). Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics, *International Journal of Thermal Science* 46, 1318-1322.
- Otaghsara M. R. T., Mohandesi J. A., (2009). Tensile property and fatigue behaviour of warp knitted fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol.17, No.3(74), 70- 75.
- Pandita, S. D., Verpoest, I., (2004). Tension-tension fatigue behaviour of knitted fabric composites, *Composites Structures* 64, 199-209.
- Pandita, S.D., Verpoest, I., (2003). Prediction of the tensile stiffness of weft knitted fabric composites based on X-ray tomography images, *Composites Science and Technology* 63, 331-325.
- Patachia, S.F., Nistor, M.T., (2013). Thermal behavior of some wood species treated with ionic liquid, *Ind. Crops and Prod.* 44, 511-519.
- Pospelov, E.P., (1982). *Dvuhslomii tricotaj- Legkaia i lişceavaia promâşlennosti*, Moskva.
- Potluri, P., Parlak, I., (2006). Analysis of two deformations in textile preforms subjected to forming forces, *Composites Science and Technology* 66, 297-305.
- Potoran, I., (1965). *Structura și proiectarea tricoturilor*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Preda, C., (1981). *Bazele tehnologiei materialelor textile nețesute*, Rotaprint, I.P.Iași,
- Preda, C., (1981). *Structura și tehnologia tricoturilor*-Rotaprint I.P.Iași.
- Qi, Y., Li, J., (2014). Tensile properties of multilayer-connected biaxial weft knitted fabric reinforced composites for carbon fibres, *Materials and Design* 54, 678- 685.
- Rabek, J.F., (1989). Photodegradation of Polymer Materials, *Comprehensive Polymer Science and Supplements*, 253-283.
- Ramakrishna S., Huang, Z.M., Teoh, S.H., (1999). Applications of Leaf and Glaskin's model for estimating the 3d elastic.
- Ramakrishna, S., (1997). Characterization and modeling of the tensile properties of plain weft-knit, 1-22.

Ramakrishna, S.,(1997). Analysis and modeling of plain knitted fabric reinforced composites, *J Compos Mater* 31, 52-70.

Rio C.R., Orgin S.L., (2007). A study ofn damage development in a weft knitted fabric reinforced composite. Part 1: Experiments using model sandwich laminates, *Composites: Part A* 38, 1773-1793.

Rio C.R., Orgin S.L., (2007). A study ofn damage development in a weft knitted fabric reinforced composite. Part 2: Stress-strain and early cyclic behaviour of composite laminates with realistic fabric layups, *Composites: Part A* 38, 1794- 1808.

Robert M. Jones (1999). *Mechanics of composite materials*, second edition, Enginta.

Roh, E.K., Oh, K.W., (2013). Classifications of Synthetic Polyurethane Leather by Mechanical Properties according to Consumer's Preference for Fashion Items, *Fibres and Polymers*, Vol.14(10), 1731-1738.

Roșu, D.,(2011). Raport științific,, Cercetări avansate privitoare la comportarea sistemelor polimerice multicomponente sub acțiunea controlată a factorilor de mediu".

Roșu, D.,Roșu, L., (2013).The thermal stability of some semi-interpenetrated polymer networks based on exosy resin and aromatic polyurethane, I. *Anal Appl.Pyrol*, 100, 103-110.

Roșu, L.,Vargonici, C.D.,(2013). Miscibility studies of some semi-interpenetreating polymer networks based on an aromatic polyurethane and exosy resin, *Composites Part B: Eng.*50, 273-278.

Rusu, O., Teodorescu, M.,(1992). *Oboseala materialelor*, Vol.I, Ed. Tehnică, București.

Schladitz, F., Frenzel, M.,(2012). Bending load capacity of reinforced concrete slabs strengthened with textile reinforced concrete, *Engineering Structures* 40, 317- 326.

Schmid, M.,(2005). *Textiles-Synthetic*, *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)*, 8 -16.

Semnani, D., Vadood, M., (2010). Improvement of intelligent methods for evaluating the apparent quality of knitted fabrics, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 23, 217-221.

Si Larbi, A., Contamine, R.,(2010). Shear strengthening of RC beams with textile reinforced concrete (TRC) plate, *Construction and Building Materials* 24, 1928-1936.

Skornyakov, A.S.,(2012). Contact Adhesives Based on Polyurethanes and Natural Rubbers, ISSN 1995-4212, *Polymer Science, Series D. Glue and Sealing Materials*, Vol.5, No.1, 20-25.

Surya D. Pandita, Verpoest I.(2012). Tensile fatigue damage development in plain weave and knitted fabric composites.

Teaca, C.A., Roșu, D., (2013). Structural changes in wood under artificial UV light irradiation determined by FTIR spectroscopy and color measurements-A brief review, *BioResources* 8(1), 1478-1507.

Thieme M., Gude M., (2014). Probabilistic failure simulation of glass fibre reinforced weft-knitted thermoplastics, *Composites Science and Technology* 90, 25-31.

Tiwari, K.S, Fei, P.T.C, McClarean, J.D. (2013). A pilot study: Evaluating the influence of knitting patterns and densities on fabric properties for sports applications, *Procedia Engineering* 60, 373-377.

Ujevic, D., Kovacevic, S., (2009). Analysis of artificial leather with textile fabric on the backside, *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, Vol.6, Issue 2, Fall 2009, 1-9.

Vekassy, A. (1960). *Hurkolo-es konfekcioipar-Ankonyvkiado*, Budapest.

Vekassy, A. ș.a., (1954). *A kelmeszerkezettan alapjai- Konnyuipari Kiado*, Budapest.

Verleye, B., Croce, R., (2008). Permeability of textile reinforcements: Simulation, influence of shear and validation, *Composites Science and Technology* 68, 2804-2810.

Verpoest, I., (2000). *Comprehensive Composite Materials, Polymer Matrix Composites*, Vol.2, 623-669.

Volkov, S.S., (2003). Ultrasound welding of components made of artificial leather, *Welding International* 17, 999-1002.

Volocariu, R.S., (1999). *Procese de fabricatie in industria confectiilor din piele si inlocuitori*, ed. "Gh. Asachi", Iasi.

Xi, L., Wu, W., (2013). Simultaneous binding and toleghening concept for textile reinforced pCTB composites: Manufacturing and flexural properties, *Composite Structures* 105, 279-287.

Yayaraman, S., Carr, W.W., (2003). *Textile Engineering, Encyclopedia of Physical Science a Technologz (Third Edition)*, 577-589.

Wypych, G., (2015). *PVC Degradation and Stabilization*, 3<sup>rd</sup> Edition, ChemTec Publishing, Ontario, Canada, *Principles of Degradation*, 167-203.

[www.canapele.ro](http://www.canapele.ro)

[www.intertek-turkey.com](http://www.intertek-turkey.com)

[www.piele-ecologică.ro](http://www.piele-ecologică.ro)

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>