

TRICOTURI CU STRUCTURI INOVATIVE CARACTERIZATE PRIN DISPUNEREA 3D A OCHIURILOR, GENERATA DE STAREA SPECIFICA DE TENSIUNE

Sinteza lucrării

I. Cercetări fundamentale privind geometria ochiurilor de tricot din batătură

1.1. Reprezentarea 3D a ochiurilor de tricot

S-au realizat 2 proiecții bidimensionale ale ochiului de tricot, după care s-a realizat planimetrarea. S-a folosit modelarea tridimensională volumică a ochiului de tricot bazată pe baleerea spațială (figura 2).

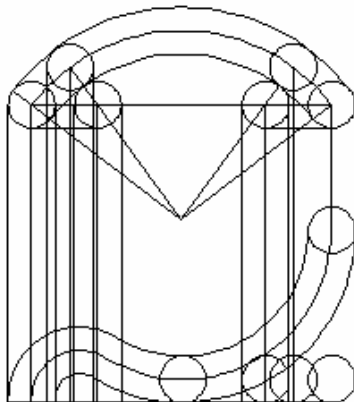


Figura 1. Proiecțiile bidimensionale ale ochiului de tricot

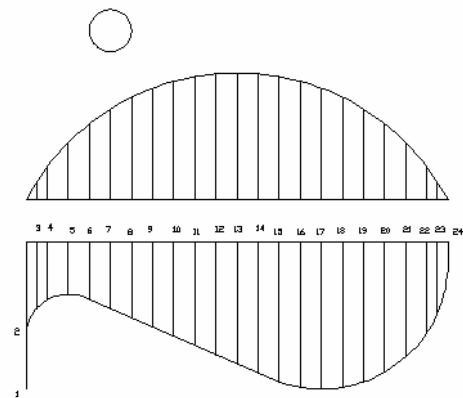


Figura 2. Curbele modelate spațial

Generarea curbei tridimensionale a fost realizată prin planimetri obținând coordonatele carteziene x , y , z a unor puncte situate pe curba în 24 de intervale. Modul de definire al coordonatelor este prezentat în figura 3. Aspectul ochiului de tricot obținut este ilustrat în figura 4.

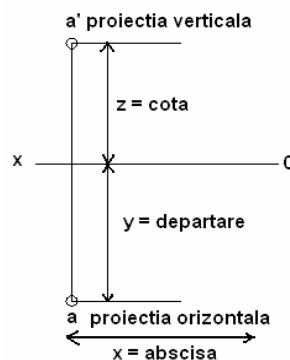


Figura 3. Valorile coordonatelor (X, Y, Z)

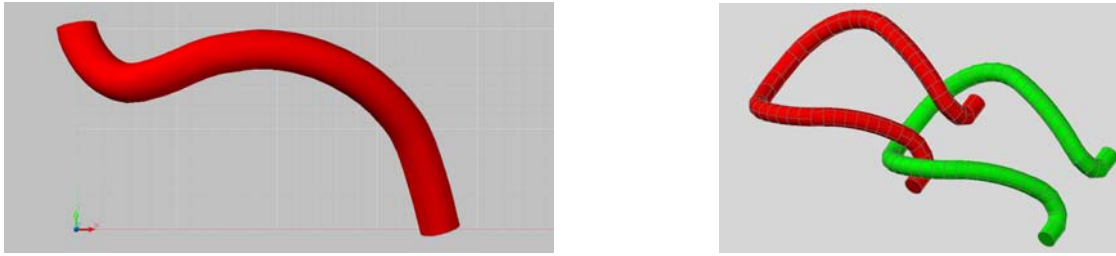


Figura 4. Aspectul curbei 3D definite pentru ochi și aspectul unui ochi de tricot

1.2. Definirea ipotezelor de calcul pentru secțiunea transversală a firului

Toate modelele de calcul a lungimii de fir din ochi se bazează pe dimensiunile ochiului (pas și înălțime) și pe diametrul firului folosit. Din acest motiv este importantă definirea corectă a formei secțiunii transversale a firelor din ochiul de tricot și a dimensiunii acesteia.

1.2.1. Definirea secțiunii firelor simple filate

În cazul firelor simple, secțiunea transversală a firului se consideră a fi circulară, de diametru D . Formula de calcul a diametrului firului definită în literatura de specialitate [2] este:

$D =$

Unde c_1 = coeficient depinzând de materia primă

ρ = densitatea firului [g/cm^3]

T_{tex} = finețea firului [tex]

Literatura de specialitate [3] indică faptul că pentru firele simple, filate clasic sau OE, variația tensiunii, a torsiunii fibrelor și a fineții firului determină o modificare a formei secțiunii transversale a acestuia, considerată circulară. De fapt, secțiunea are un contur poligonal neregulat, care poate fi aproximat cel mai bine cu o elipsă cu axe a și b . Relația dintre diametrul proiectat d și axele elipsei este:

1.3. Elaborarea de modele de calcul în noi ipoteze de dispunere a elementelor ochiului

Legătura lincs se caracterizează prin alternanța **rândurilor** de ochiuri cu aspecte diferite - un rând de ochiuri cu aspect față este urmat de un rând de ochiuri cu aspect spate. Reprezentarea structurii pune în evidență că flancurile ochiurilor au poziții diferite în puncte de legare inferioare și superioare, ceea ce are ca efect dispunerea lor într-un plan pe direcția grosimii tricotului. Așadar, elementul caracteristic care definește **ochiul lincs** în constituie flancurile, plasate într-un plan ce formează un unghi oarecare cu planul tricotului. Din această cauză, în dispunerea reală, rândurile de ochiuri cu aspect față sunt mai puțin vizibile, fiind acoperite de rândurile de ochiuri cu aspect spate, la care buclele de ac și de platină apar în prim plan.

Pentru stabilirea geometriei ochiurilor lincs, s-a avut în vedere gradul de împachetare pe direcțiile principale, reprezentate de înălțimea ochiurilor și grosimea tricotului. Astfel, au fost identificate 3 ipoteze de dispunere a elementelor specifice:

- Împachetare maximă, caracterizată de valori minime atât ale înălțimii ochiului $B_{\text{min}} = 2F$ cât și ale grosimii tricotului $t_{\text{min}} = 3F$; $\gamma \approx 45^\circ$ (vezi figura 5);
- Împachetare maximă pe direcție longitudinală, caracterizată de valori minime pentru înălțimea ochiului (buclele de platină și de ac ale ochiurilor lincs intră în contact) $B_{\text{min}} = 2F$ și valoare maximă pentru grosimea tricotului; $\gamma \approx 30^\circ$ (vezi figura 6);
- Împachetare medie, caracterizată de valori oarecare pentru înălțimea ochiului și grosimea tricotului; $\gamma \approx 60^\circ$ (vezi figura 7).

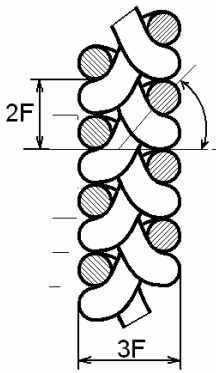


Figura 5. Împachetare maximă pe ambele direcții

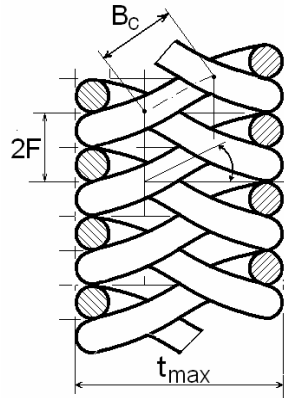


Figura 6. Împachetare maximă pe direcție longitudinală

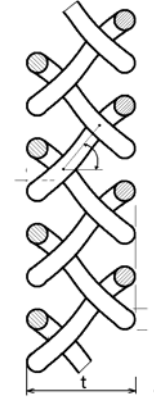


Figura 7. Împachetare medie

Unghiul γ este determinat de flancurilor ochiului și a fost aproximat folosind funcția tangent. În practică se întâlnește numai ultima situație, primele două putând fi considerate doar ca referință. Valoarea unghiului γ este plasată în intervalul $30^0 \div 60^0$ din următoarele considerente:

- valoarea unghiului crește cu scăderea gradului de împachetare;
- valorile adoptate simplifică calculul;
- diferențele dintre valoarea reală și cea adoptată nu generează erori de calcul semnificative, valoarea sinus fiind mai mică decât înălțimea ochiului.

Algoritmul de calcul pentru lungimea de fir a ochiului lincs s-a definit în baza ipotezei gradului mediu de împachetare (vezi figura 7). Înălțimea convențională a ochiului este

$$B_c = B / \sin \gamma \quad (1)$$

Lungimea de fir din ochi l se calculează cu una din următoarele relații:

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2\sqrt{B_c^2 + F^2} + 3\pi F / 2 \quad (2)$$

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2B_c + 3\pi F / 2 \quad (3)$$

Relația (2) s-a obținut în baza următoarelor ipoteze:

- bucla de ac se consideră ca jumătate de elipsă cu axele $(A/2-F; 3F/2)$, în timp ce bucla de platină se definește ca un semicerc, cu diametru $3F/2$;
- flancurile se consideră segmente cu proiecțiile B_c și F ;

Relația (3) reprezintă o variantă simplificată, în care se neglijează proiecția orizontală a flancurilor.

II. Cercetări experimentale privind parametrii de structură ai tricoturilor cu legături de bază

2.1. Elaborarea programului experimental și măsurarea răspunsurilor

Definirea unor noi modele geometrice de calcul pentru lungimea de fir din ochi necesită verificarea practică a valorilor obținute. Validarea modelelor definite pentru **lungimea de fir din ochiul lincs** se va face prin compararea valorilor proiectate (calculate în baza modelelor propuse) cu cele determinate pe mostre și interpretarea comparativă a rezultatelor.

2.1.1. Definirea programului experimental

Pentru construirea unei baze de date practice pentru parametrii de structură ai tricoturilor glat și lincs s-a conceput un program experimental, în care s-au considerat două variabile independente:

- Poziția camei de buclare (adâncimea de buclare), notată în cod mașină NP = (10,5÷12,2)
- Viteza valțurilor de tragere (implicit forța de tragere), notată în cod mașină WM = (5÷7).

S-a definit un experiment compus centrat rotabil de ordinul II, cu 5 nivele pentru cele două variabile independente precizate. Au fost tricotate conform programului experimental mostre de tricot glat și lincș 1x1, utilizând două tipuri de fire, care sunt tipice industriei de tricotaje: fire simple și fire răsucite, alimentate singular sau în paralel. Firele utilizate pentru tricotarea mostrelor sunt:

- **Fire răsucite**, amestec 80% bumbac cardat + 20% PAN, filate clasic, sens de torsiune Z.
- **Fire simple**, amestec 90% bumbac + 10% PAN. Aceste fire sunt fire tip bumbac cardat, obținut dintr-un amestec eterogen de bbc și PNA. Firul este torsionat în sens Z.

2.2.2. Realizarea experimentului

Mostrele de tricot au fost realizate pe mașini rectilinii de tricotat Stoll cu selectare electronică: model CMS 530 TC Multigauge, finețe 12E și model CMS 330 TC, finețe 5E

După relaxarea mostrelor până când nu s-au mai întâlnit variații dimensionale, s-au determinat următorii parametri de structură: desimea pe orizontală și desimea pe verticală; lungimea de fir din ochi și masa unității de suprafață.

2.2. Proiectarea tricoturilor folosind modelele anterioare

Lungimea de fir din ochi se calculează pe tipuri de ochiuri și așa cum s-a menționat se poate stabili în baza unor modele geometrice, care consideră numai geometria firului în ochi și modele mecanice, care iau în considerație forțele și momentele care apar în ochiul de tricot.

Modelele geometrice pornesc de la ideea unei anumite dispuneri a firului în ochiul relaxat. Fiecare element constituent se dispune cu o formă geometrică prestabilită, care este apoi descrisă matematic. Lungimea de fir din ochi rezultă din suma lungimilor elementelor acestuia. S-au luat în considerare următoarele modele: pentru ochiul glat - model Dalidovici plan, model Dalidovici spațial și model Pierce Chamberlain; pentru ochiul lincș – model Dalidovici.

2.3. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor în vederea validării modelelor

2.3.1. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor experimentale

Intervalul de variație ales pentru variabila **viteză/forță de tragere nu prezintă o influență semnificativă asupra parametrilor de structură**. Se poate afirma că tragerea nu introduce deformații suplimentare în fire, acestea rămânând în domeniul elastic. Deși la scoaterea de pe mașină mostrele produse cu aceeași valoare pentru poziția camei de buclare au prezentat diferențe în principal în ceea ce privește lungimea lor, aceste diferențe au dispărut după relaxare, ceea ce sprijină ideea unei mențineri a solicitării firelor în domeniul elastic, așa cum practic este și de dorit. Datele experimentale au arătat diferențe neglijabile între mostrele cu tragere diferită.

Variabila **poziția camei de buclare (adâncimea de buclare) prezintă o influență semnificativă asupra parametrilor de structură**. Atât lungimea de fir din ochi cât și masa unității de suprafață depind de adâncimea de buclare folosită, care se reflectă direct în desimea pe verticală (numărul de rânduri pe unitatea de lungime).

Așa cum era de așteptat, creșterea desimii pe verticală duce la o scădere a lungimii de fir din ochi. Comparând valorile medii rezultă un interval îngust de variație pentru fiecare din cele două evoluții, așa cum este ilustrat în graficele din figura 8. Diferența de finețe/diametru între cele două fire, precum și structura acestora au o influență destul de mică asupra lungimii de fir din ochi. O creștere a diametrului firului, corespunzătoare unei fineți mai reduse duce la o creștere a lungimii de fir din ochi. În cazul mașinii de finețe 12E diferența de diametru este mai mică și în

consecință valorile sunt extrem de apropiate – diferențele nu depășesc 3,7% pentru glat, iar pentru lincs 1x1 sunt și mai mici (până la 2%). În cazul mașinii de finețe 5E, diferența de finețe/diametru a firelor este mai mare și în consecință și intervalul de variație crește, fără însă a depăși 7% pentru ambele tipuri de legături.

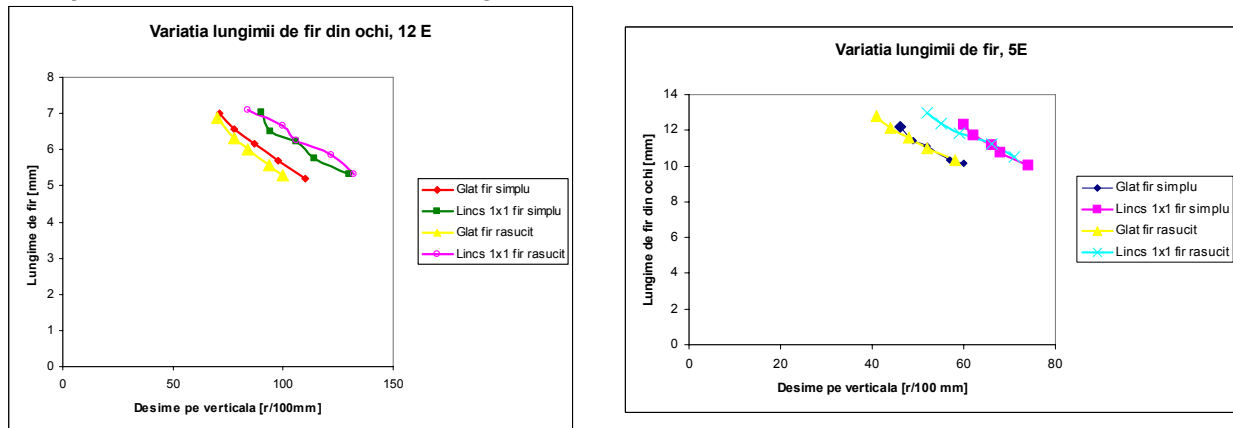


Figura 8. Variația lungimii de fir din ochi, funcție de structură și finețea firului

Un aspect interesant este comparația între lungimea de ochi pentru legătura glat și pentru legătura lincs 1x1, produse din același fir, pe același utilaj. Din compararea valorilor rezultă o lungime mai mare pentru ochiul lincs, excepțiile putând fi datorate variației tensiunii și neuniformității firelor. Diferențele existente se află într-un interval redus, în general până la 4%, pentru cea mai mare parte nedepășind 2%. Se ridică astfel problema posibilității estimării lungimii de fir din ochiul lincs pornind de la ochiul glat. Pe de altă parte, geometria specifică ochiului glat este diferită de cea a ochiului lincs, datorită înclinării flancurilor. Chiar dacă lungimea de fir este similară, desimea pe verticală nu are valori identice, acest lucru afectând în final masa tricotului pe unitatea de suprafață.

2.3.2. Proiectarea tricoturilor glat și lincs folosind modelele de calcul existente

Calculul s-a efectuat folosind un diametru al firelor diferit de cel în stare liberă, datorită solicitărilor la care este supus firul în ochi. Pentru firele alimentate singular, diametrul în stare întinsă s-a considerat diminuat cu 5-10% față de cel în stare liberă. Modelele geometrice de calcul pentru lungimea de fir din ochi definite în cadrul algoritmului de proiectare la punctul 2.2 au fost verificate folosind datele experimentale obținute. S-a luat în considerare numai variația poziției camei de buclare NP la cele cinci nivele. Din datele obținute se pot desprinde următoarele concluzii:

1. în cazul evoluției glat modelul Dalidovici 2D a prezentat cea mai mare apropiere față de datele experimentale, urmat de modelul Pierce Chamberlaine și modelul Dalidovici 3D. Se poate spune că modelul Dalidovici 2D este în concordanță cu valorile reale în cazul tricoturilor realizate.
2. în cazul evoluției lincs 1x1 modelul Dalidovici nu coincide cu valorile medii experimentale, diferențele fiind semnificative (în general peste 5%, ajungând și la 17%). Principala motivație pentru această neconcordanță stă în ignorarea gradului de împachetare al tricoturilor lincs, ceea ce afectează valoarea reală a înălțimii ochiului. Utilizarea înălțimii B a ochiului determinată pe verticală se dovedește a defini eronat lungimea flancurilor ochiului lincs.
3. Este necesară folosirea unui alt model geometric, care să țină cont de gradul de împachetare al ochiurilor lincs.

2.3.3. Compararea rezultatelor experimentale cu valorile obținute prin proiectare. Validarea modelelor

Modelul propus pentru lungimea firului din ochiul lincs, definit la punctul 1.3 a fost comparat cu valorile reale obținute pentru variantele de tricot.

Deoarece modelul pornește de la gradul de împachetare al ochiurilor de tricot, exprimat prin valoarea unghiului γ , folosind în formulă înălțimea convențională a ochiului B_c , stabilirea acestui unghi a fost extrem de importantă. Din motivele prezentate la definirea modelului de calcul, s-a considerat o împachetare la un unghi de 60° . Tabelul 1 centralizează valorile experimentale determinate pentru lungimea de fir din ochiul lincs și valorile calculate cu modelul Dalidovici și cu modelul propus pentru toate variantele de tricot produse.

Tabel 1. Valorile experimentale și calculate pentru lungimea de fir din ochiurile lincs

Nr, Crt,	Fir, utilaj	NP	Valoare măsurată medie	Model Dalidovici		Model propus	
				valoare	diferență [%]	valoare	diferență [%]
1	Fir simplu 72 tex, utilaj 12 E	10,5	5,31	6,25	-17,70	5,62	-5,84
2		11,0	5,77	6,52	-13,00	5,93	-2,77
3		11,4	6,22	6,61	-6,27	6,08	2,25
4		11,8	6,52	6,89	-5,67	6,41	1,69
5		12,2	7,03	7,02	0,14	6,55	6,83
6	Fir răsucit 2x31 tex, utilaj 12E	10,5	5,33	6,28	-17,82	5,7	-6,94
7		11,0	5,86	6,3	-7,51	5,8	1,02
8		11,4	6,27	6,57	-4,78	6,14	2,07
9		11,8	6,66	6,74	-1,20	6,34	4,80
10		12,2	7,1	7,02	1,13	6,69	5,77
11	Fir 3x72 tex, utilaj 5E	10,5	10,04	9,67	3,69	10,80	-7,57
12		11,0	10,76	9,9	7,99	11,23	-4,37
13		11,4	11,15	10,08	9,60	11,41	-2,33
14		11,8	11,71	10,14	13,41	11,64	0,60
15		12,2	12,33	10,5	14,84	11,92	3,33
16	Fir 4x2x31 tex, utilaj 5E	10,5	10,5	10,11	3,71	11,36	-8,19
17		11,0	11,21	10,25	8,56	11,64	-3,84
18		11,4	11,84	10,52	11,15	12,13	-2,45
19		11,8	12,35	10,77	12,79	12,5	-1,21
20		12,2	13	11,02	15,23	12,84	1,23

La o primă analiză se poate observa că **valorile calculate prin noul model propus sunt apropiate valorilor experimentale pentru lungimea de fir din ochiul lincs**. Diferențele sunt în general situate în intervalul $\pm 5\%$, singura excepție fiind întâlnită pentru varianta corepunzătoare nivelelor minime pentru cele două variabile considerate, indiferent de firul folosit. Această diferență este negativă (lungimea de fir reală este mai mică decât cea calculată) indică existența unei limitări în depunerea firului în respectivele condiții tehnologice, ceea ce generează o tensionare suplimentară a firului și deformarea acestuia.

Comparând valorile reale cu cele obținute pentru lungimea de fir din ochi folosind modelul Dalidovici și cu cele obținute în baza noului model propus se pot sublinia că **modelul propus prezintă o concordanță mai mare cu realitatea decât modelul Dalidovici**. Intervalul de variație al valorilor calculate cu modelul Dalidovici în raport cu valorile reale este mult mai larg decât în cazul noului model propus.

3. Concluzii

1. Modelarea 3D a geometriei ochiurilor de tricot este necesară în vederea unei reprezentări corecte a structurii tricotelor care să țină cont de particularitățile de dispunere a firelor în ochi.

S-au identificat și caracterizat elementele constituente cu dispunere specifică pentru fiecare tip de ochi în parte. Pentru realizarea unei reprezentări tridimensionale a ochiurilor de tricot este nevoie să se definească geometria specifică a fiecărui tip de ochi – glat, patent și lincs, precum și elementul de repetitivitate din cadrul ochiului. În cadrul ochiului au fost stabilite punctele determinante pentru stabilirea evoluției firului.

2. Elaborarea unui nou model geometric de calcul pentru ochiul de tip lincs s-a pornit de la dispunerea specifică a ochiurilor lincs. Pentru stabilirea parametrilor de structură, care caracterizează geometria ochiurilor lincs, s-a avut în vedere gradul de împachetare pe direcțiile principale, reprezentate de înălțimea ochiurilor și grosimea tricotului.

Geometria ochiului de tricot s-a definit în baza următoarelor ipoteze:

- bucla de ac se consideră ca jumătate de elipsă cu axele $(A/2-F; 3F/2)$, în timp ce bucla de platină se definește ca un semicerc, cu diametru $3F/2$;
- flancurile se consideră segmente cu proiecțiile B_c și F .

Relația obținută pentru calculul lungimii de fir din ochiul lincs este:

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2\sqrt{B_c^2 + F^2} + 3\pi F / 2$$

Dacă proiecția F a flancurilor pe axa Ox se neglijează, relația devine:

$$l = 1.57(A/2 + F) + 2B_c + 3\pi F / 2$$

3. Pentru verificarea modelelor existente și validarea modelul propus pentru lungimea de fir în ochiul lincs s-a creat o bancă de date experimentale în baza unei matrici experimentale cu două variabile independente la cinci nivele de variație. Tricoturile au fost reproiectate, obținând valorile experimentale pentru parametrii de structură.

4. Modelul geometric propus este mai apropiat de valorile experimentale decât modelul Dalidovici. Valorile calculate sunt consistente cu valorile experimentale, singura excepție fiind înregistrată în cazul variantei corespunzătoare parametrilor tehnologici minimi, sugerând o supratensionare a firului în acest caz, cu deformarea sa.

5. Deși modelul geometric propus este consistent cu valorile experimentale determinate, se impune caracterizarea dispunerii firului în ochi din punct de vedere mecanic, cu definirea forțelor și momentelor care apar pe durata tricotării și a transferului de ochiuri în cazul structurilor lincs.

Bibliografie

1. Comandar, C. – Structura și proiectarea tricoturilor Tricoturi din bătătură, editura Cermi, Iași, 1998, ISBN 973-9378-01-3
2. Avram, D. – Structuri textile fire, editura Performantica, 2004, ISBN 973-8075- 61-0
3. Jasper, W.j., Gunay, M, Suh, M.W. – Measurement of eccentricity and twist in spun and plied yarns, Journal of Textile Institute, vol. 96, no. 2, p. 93-97
4. Montgomery, D.C. – Design and Analysis of Experiments, a 3^a ediție, John Wiley&Sons, Inc., New Zork, 1991
5. AutoCAD 2008 – tutoriale
6. BS 5441