

CERCETARI PRIVIND PROCESAREA MATERIALELOR COMPOZITE INTELIGENTE

Gheorghe Amza, Prof.dr.ing- Universitatea Politehnica Bucuresti
Victor Carp, Prof.dr.ing. – Universitatea din Oradea

Abstract:

Within the paper are presented the leading aspects concerning the intelligent composite materials processing. Achievement of an intelligent structure or material, involves at least two aspects. First, is necessary to create a composite structure, usually based on epoxidic resins, strengthened by glass fibres. And second, throughout this structure is integrated a sensors and actuators network.

Such an intelligent structure need to accomplish the following functions:

- sensor function;
- actuator function;
- processing function.

These functions are carrying out by the functional proprieties of some special materials, able to develop transferring mechanisms at the atomic or molecular level.

1. Conceptul de material sau structura inteligenta

Se stie ca materialele structurale, sunt materialele utilizate în practica inginereasca pentru realizarea diverselor structuri, capabile sa preia sarcinile mecanice din exploatare, care produc în aceste materiale stari de sollicitare complexe si de mare amplitudine câteodata.

Exemple: oteluri, policarbonati, lemn, beton, laminate-compozite, epoxi-grafit etc. Inginerii din aeronautica utilizeaza înca din 1990, la realizarea diferitelor componente de structura ale unui avion, materiale compozite polimerice fibroase, deoarece acestea poseda proprietati structurale, care sunt substantial superioare materialelor structurale monolitice.

În fig 1 se prezinta o lista cu o larga varietate de materiale functionale.

MATERIAL	PROPRIETATI
- Nichel-titan	Memorie de forma
- Sulfit de cadmiu	Piezoelectrice
- Quartz	Piroelectrice, piezoelectrice
- Fluide electrorreologice	Vâscoelastice
- Solutii de aluminiu	Vâscoelastice
- Titanat de bariu	Feroelectrice
- Oxid de cupru	Fotoelectrice
- Germaniu	Fotoconductive
- Seleniu	Fotoelectrice
- Fosfatat dihidrogenat de potasiu	Electro-optice

Fig. 1. Materiale functionale

În practica aceste materiale sunt mai mult folosite pentru proprietatile lor functionale, si nu pentru proprietatile lor structurale. De exemplu, pentru materialele piezoceramice se foloseste proprietatea acestora de a vibra în anumite conditii sau de a transforma energia mecanica în energie electrica., si nu proprietatile mecanice sau electrice intrinseci ale acestora. Un alt exemplu de material functional este germaniul, care prezinta proprietatea de fotoconductivitate, ce consta în generarea unei tensiuni electrice în momentul în care este supus actiunii unei unde de lumina.

Materialele multifunctionale sunt materialele caracterizate prin proprietati functionale pentru care sunt utilizate în practica, mai degraba decât pentru proprietatile lor structurale.

Fig. 2 prezinta un tabel documentar cu aceste materiale. Materialele polifunctionale sintetice sau dezvoltat prin modificarea structurii la nivelul întregului volum si la nivel molecular.

MATERIAL	PROPRIETATI
Titanat Zirconat de Plumb	Piezoelectrice
Oase	Homeostazice minerale Homeostazice structurale
Plumb-Magneziu_Niobat	Piezoelectrice Piroelectrice
Terbiu-Fier-Disprosin	Termo-electrostrictive

Fig. 2. Materiale multifunctionale

Problema realizarii unui material sau respectiv a unei structuri inteligente, privita în acceptiunea de astazi a acestui deziderat, comporta doua aspecte. În primul rând trebuie avuta în vedere realizarea unui material compozit care poate avea, în general, orice structura, iar in al doilea rând trebuiesc obtinute caracteristicile unui comportament "inteligent", care sa raspunda adecvat solicitarilor din exploatare

În particular, în lucrarea de fata s-a scos în evidenta problema realizarii unui material compozit având ca matrice de baza o rasina epoxidica armata cu fibra de sticla. În general, materialele compozite pe baza de rasini epoxidice sau fenolice, au o arie de raspândire foarte larga, în special în industria aeronautica sau a automobilelor. În afara de acestea, studiul se poate extinde si la alte tipuri de materiale compozite, problemele principale fiind rezolvate, ramânând de solutionat diferentele specifice fiecarui tip de material în parte.

2.Prezentarea schemei de fabricatie a unei structuri inteligente

Tinând cont de nivelul tehnologic atins pâna în ziua de astazi si de conceptele de proiectare a unui material compozit, se poate prezenta schema de fabricatie din fig. 3.

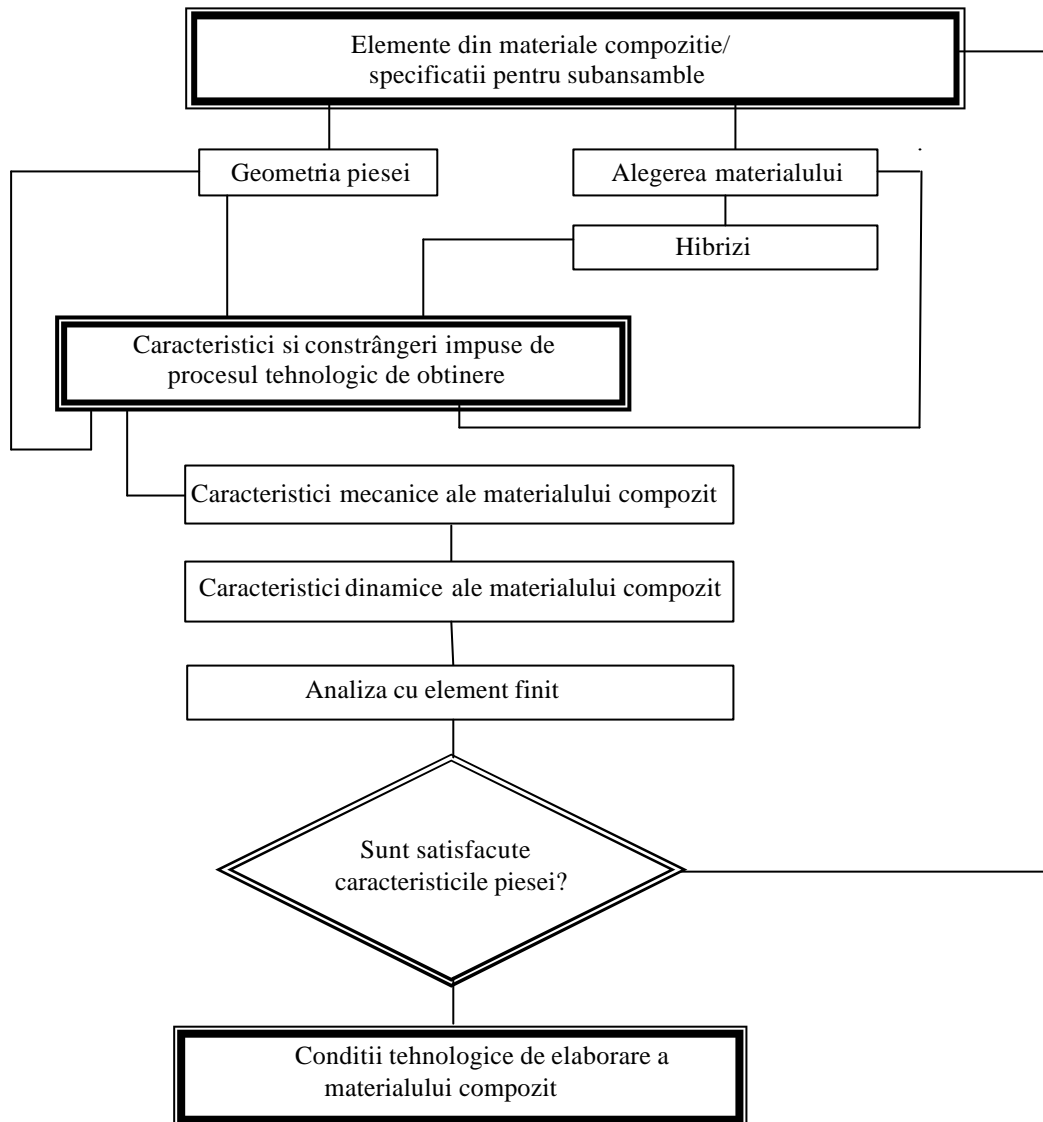


Fig. 3. Schema de fabricare a unui material compozit

Fibrele de ranforsare si matricea din rasini pot fi combinate în multe si variate forme constructive, utilizând pentru producerea compozitului procedee specifice de fabricatie.

De exemplu, alegerea procedeeului de fabricare al unui compozit care contine fibre discontinue, este limitata la procedeele de matritare sau laminare.

Alegerea metodei de fabricare a unui compozit cu fibre continue este conditionata de utilizarea unuia din urmatoarele procedee: înfasurarea fibrelor, tragerea sau tehnicile de formare manuala.

Aceste posibilitati sunt prezentate si în fig. 4.

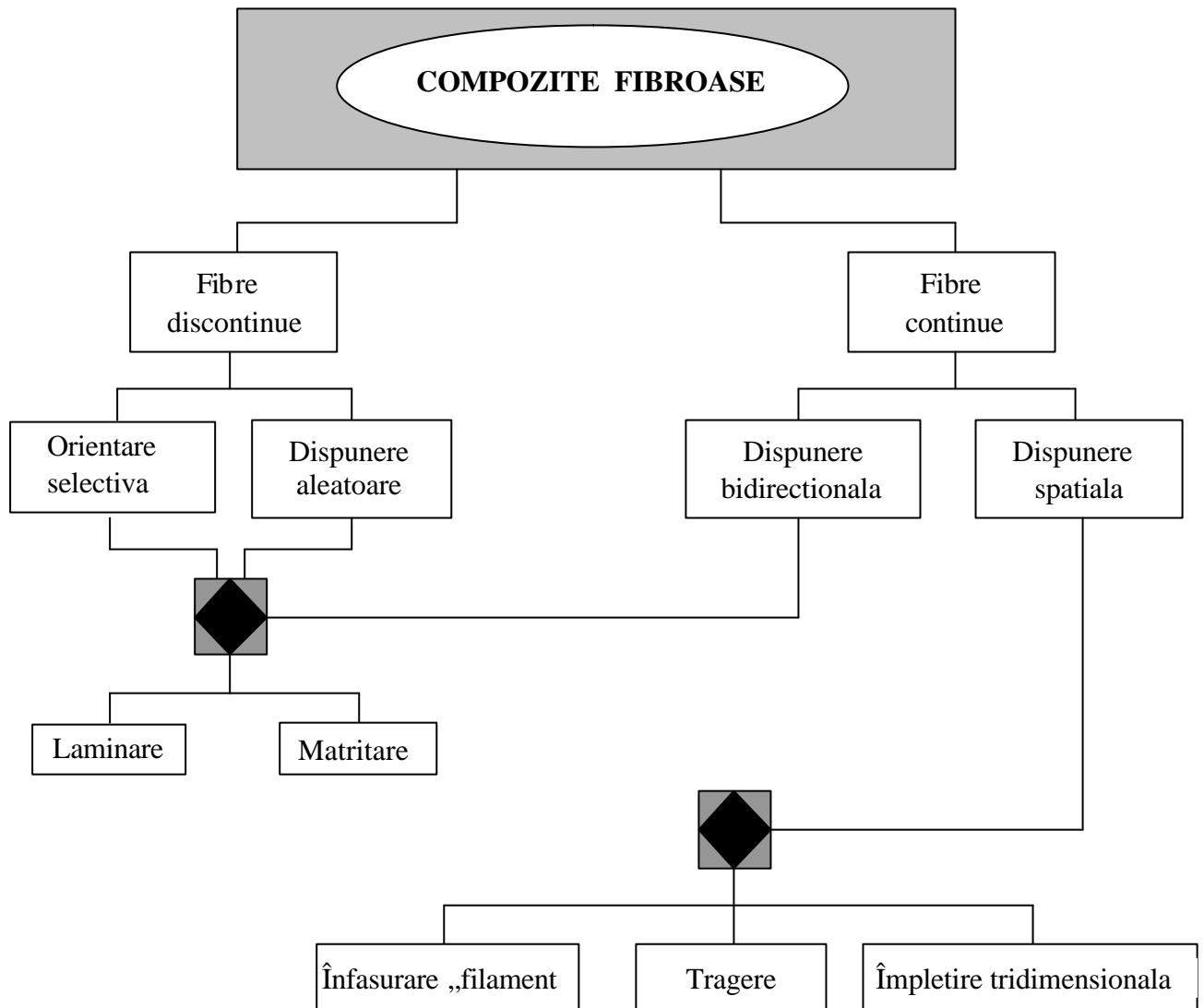


Fig. 4. Legatura dintre selectarea fibrelor continue sau discontinue pentru realizarea unui compozit si selectarea celui mai indicat procedeu de fabricare.

3. Definirea componentei unei structuri inteligente

Aruncând o privire asupra istoriei stiintei materialelor se poate vedea cu certitudine profunda influenta a acestei discipline, asupra evolutiei civilizatiei de-a lungul mileniilor.

De aceea, este inevitabil ca aceasta noua generatie de structuri si materiale inteligente sa detina caracteristici tehnologice ridicate. Este vorba de retele de senzori si actuatori, capabilitati de control în timp real, capabilitati computationale etc.

În fig.5. este prezentata structura unui material inteligent, care are capacitatea de a integra în structura sa intima, noi elemente, oferind si posibilitatea de a fi integrat într-alte diferite structuri.

Materialele inteligente au creat un mare impact nu numai asupra conceptelor de fabricatie a unei noi generatii de produse, dar si asupra climatului economic.



Fig.5. Principalele elemente ale primei clase de materiale inteligente

Inteligenta materialelor, privita la nivelul de baza, este asociata cu trei functii:

- functia de senzor;
- functia de actuator;
- functia de procesare;

Aceste functii care stau la baza caracterizarii sistemelor inteligente, sunt îndeplinite de materiale cu anumite proprietati functionale care se bazeaza din punct de vedere functional pe mecanisme de transformare a energiei si pe mecanisme de transfer de informatie. Aceste mecanisme presupun cunoasterea conceptelor fundamentale care au loc la nivel atomic si molecular în desfasurarea fenomenelor fizice sau chimice.

În fig. 6 se prezinta schema acestei idei.

Functia de senzor asociata unui material sau sistem inteligent, se foloseste în mod clasic pentru detectarea si monitorizarea informatiilor ce caracterizeaza mediul extern materialului, care actioneaza asupra acestuia.

Functia de procesare realizeaza evaluarea si prelucrarea datelor receptionate de catre senzori. Aceasta functie de procesare este de asemenea responsabila cu înregistrarea informatiilor si oferirea de informatii relevante cu privire la comportari anterioare, experiente anterioare, sau algoritmi de comparare.

Ultima functiune de pe acest nivel este **functia efectoare** sau **actuatoare**. Aceasta functie presupune actiunea imediata, ca raspuns la datele oferite de functia senzoriala catre functia de procesare.

La un nivel superior în structura materialelor inteligente, se afla si **functia de retea de informatii** care realizeaza coordonarea transmisiei de informatii dintre senzori si actuatori în vederea realizarii scopului propus.

Urmatoarea este **functia de sursa de energie**, necesara functionarii elementelor sistemului. De asemenea, poate fi necesara în anumite conditii si **functia de transformare a energiei**, în situatia în care forma energiei oferita de mediul în care lucreaza materialul sau sistemul inteligent, difera de energia necesara procesului de actiune. Aceasta înseamna ca exista si situatia optima în care, mediul extern ofera energia necesara functionarii sistemului inteligent.

Fascicle of Management and Technological Engineering

În final, ultimul nivel al acestei clase de materiale inteligente, consta din realizarea unei înțelegeri comprehensive a structurii fizice și chimice a substanței din care sunt constituite aceste materiale, în scopul ordonării și stabilirii tehnicilor necesare proiectării și controlului acestor materiale.

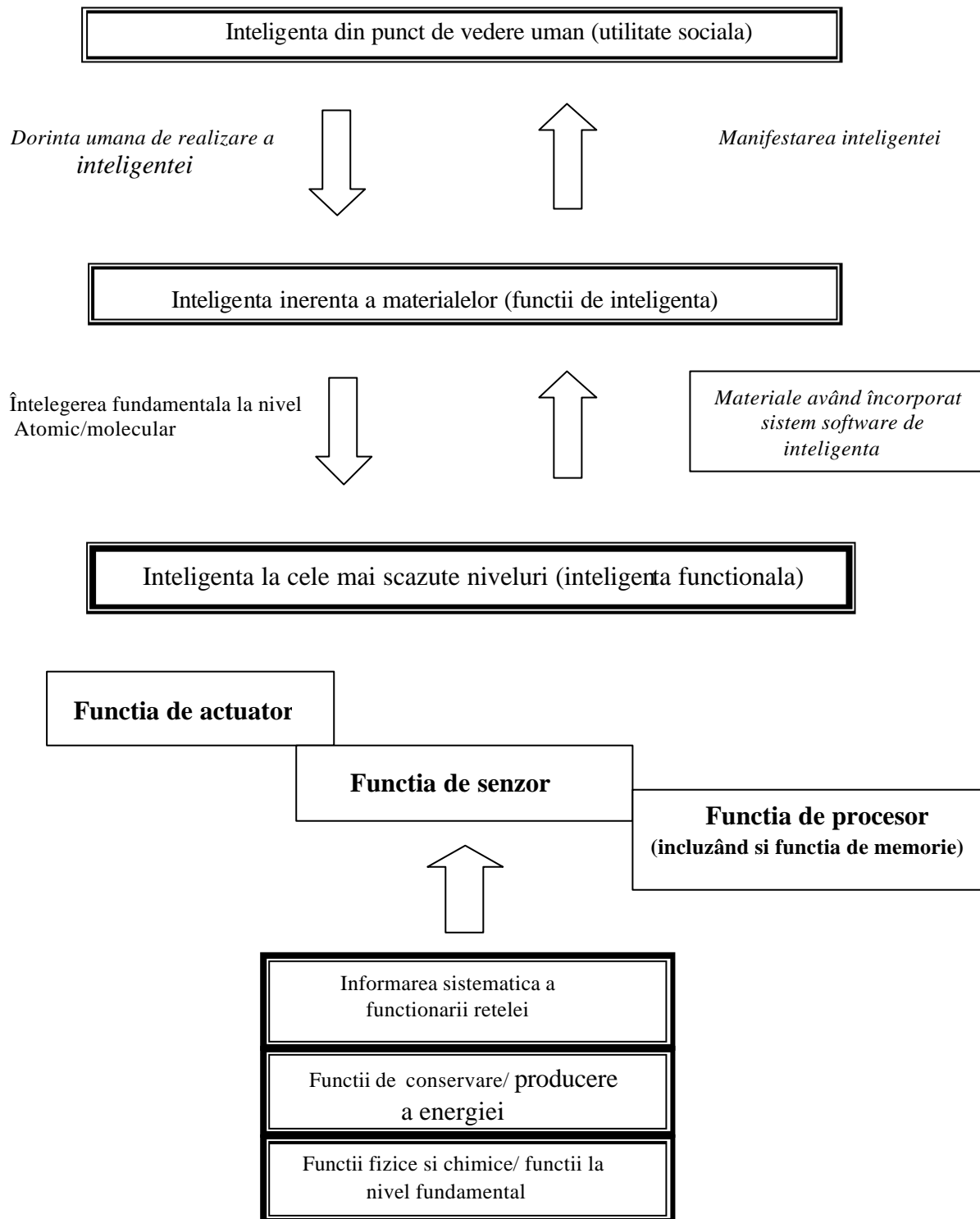


Fig. 6. Funcții de bază ale materialelor inteligente

Inginerul care proiecteaza o structura inteligenta, trebuie sa selecteze cea mai adecvata combinatie hardware si software capabila sa îndeplineasca scopurile programului sau particular.

Materialele selectate si metodologia de control trebuie sa lucreze bine, ca un sistem unit. În plus, materialele selectate pentru comunicatie, evaluare (calcul), actionare si detectare trebuie sa fie capabile de a rezista atât expunerii scurte la conditiile de fabricare cât si expunerii îndelungate la conditiile reale din exploatare.

4. Concluzii

Caracteristicile *materialelor inteligente* sunt foarte diferite , dar, activitatea de cercetare s-a concentrat în etapa actuala; asupra urmatoarelor aspecte :

- modificarea distributiei de masa;
- rigiditatea;
- caracteristica de disipare de energie;
- caracteristicile de vibratie a corpurilor.

Aceste directii de cercetare au permis proiectarea de sisteme având amplitudinea vibratiilor controlata, gama de frecvente naturale de rezonanta, de asemenea controlate în timp.

La ora actuala, diverse echipe de ingineri au obtinut rezultate importante concentrându-si atentia asupra activitatii de introducere în structura unor materiale conventionale, a unor retele de senzori, de microprocesoare si de actuatori.

În aceasta categorie de sisteme structurale, materialele inteligente formeaza „*scheletul*” sistemului, reseaua de actuatori formeaza „*musculatura*” sistemului, reseaua de senzori si de transmitere a datelor formeaza „*sistemul uman*” ce monitorizeaza si comunica caracteristicile stimulilor externi catre microprocesor.

Microprocesoarele constituie „*creierul*” sistemului, care asigura performantele maxime întregului sistem, în conditii concrete de lucru.

Bibliografie

1. Amza Gheorghe - *Contract RELANSIN* Nr. 1883/2004, Subprogramul 3, Politehica, Bucuresti.
2. Weeton, J.A., Peters, D.M. and Thoms, K.L. - „*Engineeres' Guide to Composite Materials*”, ed. American Society for Metals Park, OH, 1986.
3. Lubin, G. - „*Handbook of composite*”, Ed. Van nostrand Reinhold, New York, 1982.
4. Schwartz, M.M. - „*Composite Materials Handbook*”, Ed. Mc. Graw-Hill, New Zork, 1984.
5. Bunsell, A.R. and Kelly, A. - „*Composite materials: A Directory of European Research*” ed. Butterworths, London, 1985.
6. Tsai; S.W. and Hann, H.T. - „*Introduction to Composite Materials*”, Technomic, Lancaster, PA, 1980.
7. Chawla, K.K. - „*Composite Materials*”, Springer-Verlag, New York, 1987.
8. Uchida, M. - „*Advanced Composite Materials*”, Ed. Kogyo chosakai Ltd., Tokyo, 1986, Japan.
9. Akasaka, T. et.al. - „*Development of Advanced Composite Materials and Their Evaluation Techniques*”, Ed. CMC Ltd, Tokyo, 1985.
10. Haris, B. - „*Engineering Composite Materials*”, Brookfield Publishing, Brookfield, VT, 1986.

11. Morley, J. – „*Hight – Performance Fibre Composites*”, Academic Press, New York, 1987.
12. Berlin, A.A., et al – „*Principles of Polymer Composites*”, Eds. Springer-Verlag, New York, 1986. (Polymer-Properties and Applications, vol.10).
13. Halpin, J.C. – „*Primer on Composite Materials: Analysis*”, tecnomic, Lancaster, PA, 1984.
14. Negmatov. E.P. – „*Principles of Contact Interaction of Composite polymeric Materials with a Fibrous Material*”, Fan, Tashkent, URSS, 1984.
15. Richardson, T.L. – „*Composites, A design Guide*”, Industrial Press, New York, 1987.
16. Dorgham, M.A. – „*Designing with Plastics and Advaced Composites*”, Proceeding of the Conference of Intenational Association for Vehicke Design, Interscience, Ltd., Geneva, 1986.
17. Dusek, K. – „*Epoxy Resins and Composites*” , 4 vols. Ed. Springer-Verlag, NewYork, 1983.
18. Schoutens, J.E. – „*Intrioduction to Metal Matrix Composite Materials*”, T/C, Publications, El Segundo, CA, 1985.
19. Lee, A. J. and Mykkanen, D.K. – „*Metal and Polymer Matrix Composites*”, Noyes Data Corp, Park Ridge, NJ, 1987.
20. Srivatsan, T.S., Lavernia, E.J. – „*Processing, Fabrication and Manufacturing of Composite Materials*”, vol.35, The Society of Mechanical Enginners, U.S.A., 1992, pag. 115-148.
21. Brabie, V., Moldovan, P., Stefanescu, Fl. – „*Procedee de Obtinere si de turnare a Materialelor Metalice Compozite cu Particule Disperse*”, Constructia de Masini, nr.4., 1991, pag. 28-36.
22. Ionescu, S., Szel, P. – „*Neomateriale Ingineresti*”, Litografie,U.P.B., 1990.
23. Ispas, St. – „*Materiale Compozite*”, ETP, Bucuresti, 1987.