

CERCETARI PRIVIND REALIZAREA GRUPULUI PEDALIER PENTRU AUTOTURISME

STOICA Anca, TITA Oana, CRISTIAN Negut Nicolae, DUMEA Ion Mihai, TATARU Cristian, RUSU Iulian

Conducător științific: Prof.univ.Dr.MSc.Ing. **Constantin OPRAN**
Asist. Univ. **Florin TEODORESCU**

REZUMAT: Lucrearea prezinta o cercetare privind imbunatatirea grupului pedalier la autoturisme. Scopul lucrării este de a prezenta modalitati de reducere a greutatii sistemului pedalier concomitent cu cresterea rigiditatii si scaderea masei sistemului pedalier. Lucrearea prezinta modul de obtinere a unei pedale complet noi, tipuri de materiale utilizate, imbunatatiri, avantaje, dezavantaje, domeniile de aplicabilitate. In lucrare se prezinta proiectarea reperului pedalier si a matritei in care se injecteaza material polimeric pe un presuport realizat dintr-un compozit termoplastice armat cu fibre de carbon. Proiectarea și verificarea s-a executat cu aplicația AUTODESK Inventor 2015.

Cuvinte cheie: grup pedalier, materiale compozite, tehnologie de productie grup pedalier;

1 INTRODUCERE

Utilizarea de mase plastice in constructia de autovehicule a cunoscut o mare dezvoltare in ultimele doua decenii aducand o serie larga de beneficii in optimizarea unor palete largi de componente precum si dezvoltarea de noi produse.

Prin participarea activa la cercetare si dezvoltare a grupului pedalier la autoturisme, am facut o serie de observatii , de natura practica, ce deschid posibilitati de imbunatatire a calitatii si performantelor acestor componente, realizate din mase plastice prin formare termica in matrite. Astfel in urma unor observatii obiective si din considerente de natura practica s-a nascut necesitatea de efectuare prezentului studiu de cercetare.

2 STADIUL ACTUAL

Prezentul studiu are ca rol determinarea stadiului actual al dezvoltarii si imbunatatirii grupului pedalier la autoturisme prin cresterea rezistentei precum si a rigiditatii acestuia.

In general ,grupul pedalier este format din 3 pedale si o carcasa. Grupul pedalier are o geometrie asimetrica, care prezinta in mod normal ranforsari pe suprafata interioara sau exterioara a pedalei. Ponderea folosirii ranforsarilor pentru componentele de interior a atins deja maturitatea, iar in acest caz imbunatatirea grupului pedalier prin proiectarea ranforsarilor atat pe partea interiorara, cat si pe cea exterioara implica o

dezvoltare a capacitatilor de productie precum si noi procese si tehnologii.

2.1 Utilizarea materialelor plastice in constructia de autovehicule

În general, creșterea utilizării de mase plastice se remarcă la elementele structurale exterioare, precum bara parașoc, dar și la conductele de alimentare cu combustibil, echipamentele electrice și electronice. Ponderea utilizării de mase plastice pentru componente de interior se dezvolta actualmente in directia utilizarii materialelor polimerice reciclabile sau care sunt biodegradabile.

Cea mai importantă creștere o întâlnim în cazul policarbonatului datorită elementelor optice atât funcționale cât și de design. O altă creștere importantă o reprezintă utilizarea rășinilor termoreactive, armate cu fibra de sticlă, pentru elementele structurale de exterior. Cumulate, acestea au o pondere medie de 30% din total.

Poliamidele cunosc o mare expansiune în utilizare datorită proprietarilor mecanice excelente cumulând în medie 22%.

Poliiolefinele, precum polipropilenele respectiv, polietilenele au înregistrat o creștere de 10 % în utilizare la construcția de repere interioare și exterioare.

Separat, varietăți de polietilena de înaltă densitate PEHD se întâlnesc tot mai des în conductele de alimentare cu combustibili precum și pentru

diverse componente în compartimentul motor, înregistrând o creștere de până la 10%.

Poliesterii termoplastici sub forma de amestecuri cu aplicabilitate în componentele electronice ale autovehiculelor au o medie de 10%. La rândul lor, poliesterii nesaturați în aplicații exterioare, înregistrează o creștere în această perioadă de peste 10%.

2.2 Materiale plastice uzuale in constructia grupului pedalier la autorurisme

Materialele polimerice apte de a fi folosite în constructia grupului pedalier sunt materialele polimerice termoplaste foarte rigide precum PC/ABS-ul. Necesitatea asigurării unei structuri deosebit de rigide și rezistente care să aibă în același timp și o greutate scăzută poate fi asigurată numai de materiale compozite ranforsate cu fibre, carbon, sticla kevlar.

PC/ABS-ul este un grup de copolimeri, în care monomerii de stiren și acrilonitril, sunt „grefați” cauciucului sintetic polibutadienă. Componenta acrilonitril conferă o bună rezistență copolimerului la agresiuni chimice, iar componenta polibutadienă îi conferă o rezistență ridicată mecanică la șoc. Datorită, cauciucului sintetic, rezistența la radiațiile ultraviolete este redusă.

PC/ABS (Policarbonat/Acrilonitril Butadien Stiren) este un blend de PC și ABS care oferă o combinație unică între procesabilitate bună – oferită de ABS și proprietăți mecanice excelente, rezistență termică și mecanică oferite de PC.



Figura 1. Structura PC/ABS

Echilibrul între proprietățile PC/ABS-ului este controlat prin procentul de PC și ABS din compound, greutatea moleculară a policarbonatului și pachetul de aditivi. Raportul dintre policarbonat și acrilonitril-butadien-stiren afectează în principal rezistența termică a produsului final. PC/ABS-ul prezintă un efect sinergic rezultând în obținerea unei rezistențe la

impact mai bună la temperaturi scăzute decât cele ale ABS-ului sau ale policarbonatului.

Principalele proprietăți PC/ABS:

Rezistență bună la impact chiar și la temperaturi scăzute.

Rezistență termică

Rigiditate mare

Procesare ușoară

Contractie scăzută și stabilitate dimensională foarte bună

Poate fi colorat și înscrisionat

PC/ABS-ul este potrivit în constructia grupului pedalier în care sunt necesare temperatura mare de distorsiune (95-125°C) și duritate ridicată. Acesta prezintă de asemenea o rezistență mecanică foarte bună la temperaturi scăzute, devenind astfel materialul ideal pentru produsele care trebuie să suporte o plajă mare de temperaturi.

2.3 Formarea prin injectie a grupului pedalier

În vederea prelucrării ABS se usucă în uscătoare cu aer recirculat timp de 2 - 4 ore la 70 - 80 °C (absorbția de apă în 24 h este de 0,05 - 1,8 %).

Se recomandă o presiune de injectare cuprinsă între 1000 - 1500 bari, presiunea ulterioară 30 - 60% din presiunea de injectare, iar contrapresiunea de dozare de 100 - 250 bari. Este recomandabilă o viteză de injectare în trepte, pornire lentă apoi injectare rapidă. Se poate folosi clapeta antiretur la capatul melcului.

La oprirea mașinii nu este necesară purjarea materialului.

Pentru constructia matritei se ia în considerare o contractie a materialului plastic de 0,4 - 1,6 %.

Pentru prelucrare ABS se folosesc: duze deschise, duze cu închidere, duze cu închidere cu arc (cu acționare hidraulică). Nu se folosesc duzele cu închidere cu sertar.

Valorile temperaturilor cilindrului și matritei se pot urmări în tabelul de mai jos.

Temp	Matrita	Diuza	Cilindru de injectie		
Grade C	40 ÷ 70	210 ÷ 240	Zona 3	Zona 2	Zona 1
			210 ÷ 240	200 ÷ 230	190 ÷ 220

Tabel 1. Temperaturile de prelucrare ale cilindrului de injectare și matritei.

Injectarea ABS-ului în matrita se va face în trepte: injectare lentă apoi injectare rapidă.

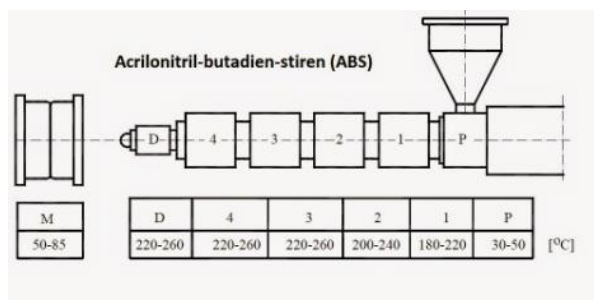


Figura 2. Injectarea ABS ului

2.4 Condiții de proiectare ale materialelor termoplastice prin folosirea ranforsarilor

Procesul de proiectare a reperelor din materiale termoplastice necesită o bună înțelegere a proprietăților fizico-chimice specifice fiecărui material, în diferite condiții de exploatare.

Contrația excesivă poate fi cauzată de o serie de factori:

- presiunea de menținere inefficientă;
- timp de menținere sub presiune, sau răcire prea scurtă;
- solidificarea topiturii în canalul de injecție prea rapidă;
- temperatura de topire a polimerului prea înaltă;
- temperatura matriței prea înaltă.

În figura 2 este prezentat efectul specific fiecărui parametru al procesului de injecție asupra contractiei volumice.

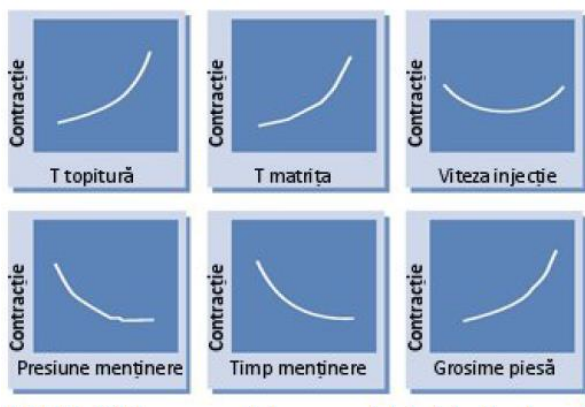


Figura 2. Relații între parametrii procesului de injecție și contractie

2.5 Performante si conditii constructive

Nervurile sunt caracteristici geometrice sub forma unor proeminente pe suprafața interioară sau exterioară a reperelor, cu rolul creșterii rezistenței precum și al rigidității acestora. În figura 3 sunt prezentate caracteristicile

dimensionale precum și raporturile dintre ele, necesare la proiectarea corectă a nervurilor.

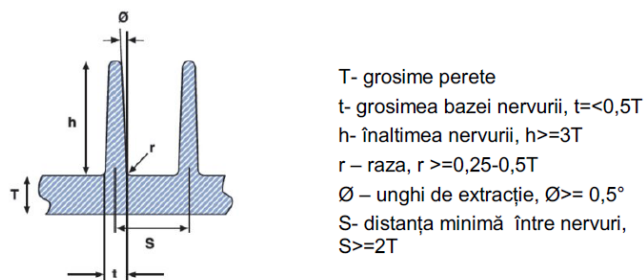


Figura 3. Dimensionarea nervurilor

Prin folosirea de nervuri diagonale se îmbunătățește semnificativ comportamentul piesei la solicitări de torsiune. Deși cea mai bună soluție constructivă pentru solicitarea la torsiune este cea cu nervură diagonală dublă (fig.4 –profil 6), acesta poate ridica probleme la răcire precum și la extracția piesei din matriță. În tabelul 4.1, sunt prezentate valori numerice care exprimă eficiența profilelor constructive, din figura 4, în funcție de tipul de solicitare aplicat.

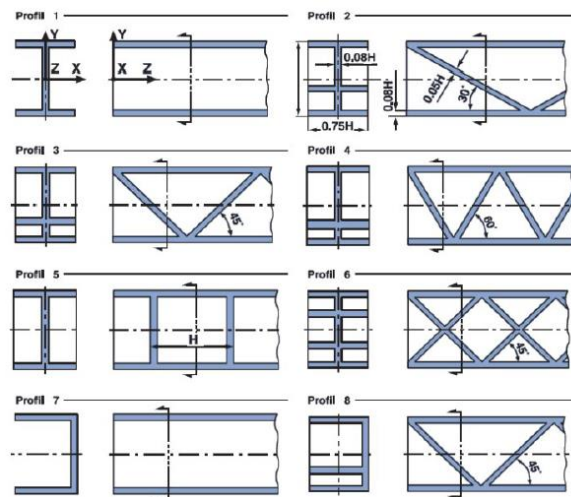


Figura 4. Analiza comparativă de profile pentru solicitări la încovoiere și torsiune
 În mod normal

2.6 Avantajele și dezavantajele utilizării materialelor compozite

Principalele avantaje ale compozitelor polimerice armate cu fibre (CPAF) în raport cu materialele tradiționale/naturale s-ar evidenția printr-o serie de proprietăți cum ar fi: greutate redusă, masă volumică mică în raport cu metalele (compozitele cu rășini epoxidice armate cu fibre de Si, B, C au masă volumică sub 2 g/cm³), raport bun rezistență-greutate, rezistență sporită după direcția de orientare a fibrelor, rezistență la variații de temperatură atmosferică, rezistență la tracțiune

sporită (compozitul Kevlar are rezistența la tracțiune de două ori mai mare decât a sticlei), stabilitate dimensională, la materiale cum ar fi beton, cărămidă, piatră, lemn etc., formabilitatea – capacitatea materialului de a fi utilizat în forme și elemente complicate, design plăcut, etc. Dar cu toate aceste avantaje, materialele compozite au și unele dezavantaje care trebuie luate în calcul și minimizate pe cât posibil: sunt mult mai scumpe decât materialele tradiționale – folosirea nu trebuie făcută nejustificat, ci numai în cazul folosirii la capacitățile lor reale; nu prezintă ductilitate – materialele compozite au comportare linear elastică până la rupere; la temperaturi ridicate au un comportament deficitar – toate materialele bazate pe polimeri au o așa numită temepură de tranziție în care rezistența și modulul de elasticitate al compozitului scad brusc, deci este periculoasă folosirea acestor materiale peste temperatura de tranzit; toate materialele organice ard, sunt combustibile, dar lângă această problemă apare și cea a toxicității fumului pe care îl degajă. Se pot pune întârziatori de ardere dar aceștia modifică proprietățile mecanice ale compozitului.

2.7 Contributii la proiectarea grupului pedalier din materiale plastic

Grupul pedalier la autoturisme este de doua tipuri:cu actionare manuala si actionare hidramata. Grupul pedalier cu actionare manuala este format din 3 pedale de ambreiaj, frana,acceleratie si carcasa de legatura. Cel hidramat este format din 2 pedale frana si acceleratie si carcasa de legatura. In general, pedalele sunt ranforsate pe o singura parte. Ranforsarea pedalelor pe ambele parti constituie o imbunatatire majora .Bazandu-ne pe acelasi principiu al ranforsarii pe o singura parte am incercat ranforsarea pe ambele parti tinand cont de toate cerintele pe care pedalele trebuie sa le indeplineasca, si anume rezistenta la oboseala, greutate scazuta, rigiditate, fiabilitate maxima. Totodata pe partea de sus a pedalelor s-a impus folosirea unei camasi de protectie din material compozit armat din fibra de sticla pentru a indepli simultan cerintele de mai sus.

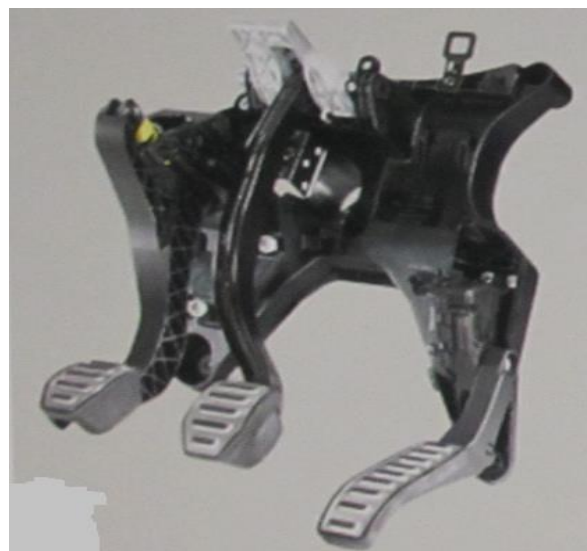


Figura 3. Grupul pedalier cu actionare manuala cu ranforsari doar pe o singura parte



Figura 4. Pedala de ambreiaj cu ranforsari doar pe o singura parte

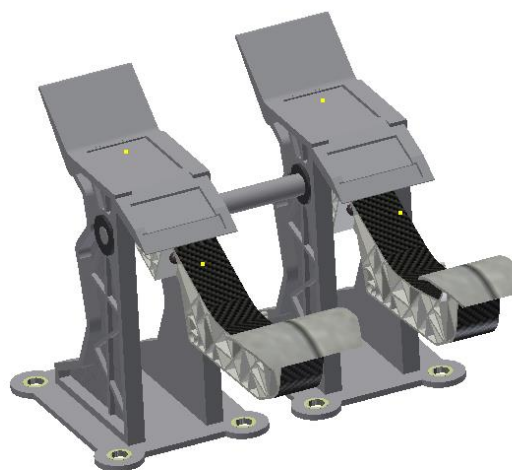


Figura 5. Grupul pedalier cu actionare hidramata si ranforsari ale pedalelor pe ambele parti si camasa de protectie

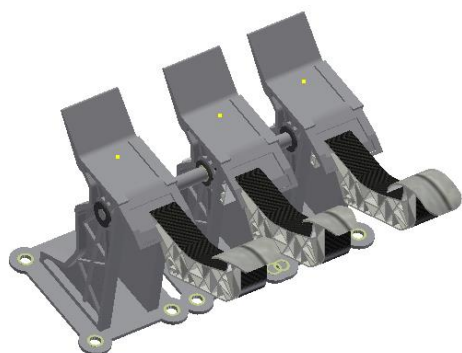


Figura 6. Grupul pedalier cu acționare manuală și pedalele ranforsate pe ambele părți

2.8 Proiectarea CAD a reperului realizat prin injecție cu matrită experimentală

În continuare se prezintă etapele de proiectare și verificare ale reperului realizat prin injecție cu matrită experimentală. Am realizat etapele de proiectare și verificare cu aplicația AUTODESK Inventor 2015.



Fig. 7. Proiectarea pedalei. Fetele exterioare sunt realizate din țesături din fibre de sticlă sau de carbon înglobate într-o rășină termoplastă. Fetele laterale sunt realizate prin injecția ulterioară a materialului polimeric în matrită, după ce în prealabil plăcile de material compozit polimeric preformat au fost așezate în matrită.

Modelul de la care s-a plecat a fost o pedală realizată dintr-un material polimeric neranforsat. În programul AUTODESK Inventor 2015 s-a efectuat și o modelare a nervurilor astfel încât pedala proiectată să respecte condițiile de rigiditate impuse și să ducă la scăderea consumului de material polimeric injectat. Modul de realizare a pedalei, prin amplasarea plăcilor din

material compozit în matrită, urmând să se realizeze o încălzire și o deformare a plăcilor printr-o operație separată, anterioară injectiei de material polimeric, este una inovativă.



Fig. 8 Pedala realizată numai din material polimeric

3. CONTRIBUȚII LA PROIECTAREA MASINII DE INJECTIE PENTRU REALIZAREA GRUPULUI PEDALIER

Matrită pentru obținerea pedalei din material compozit polimeric este proiectată în așa fel încât să permită așezarea preformei, injectarea materialului polimeric, să asigure o răcire uniformă a pedalei și să asigure o evacuare a piesei (a pedalei) eficientă, corectă și rapidă. Din punct de vedere tehnologic procesul se desfășoară astfel:

- Se injectează material polimeric în matrită de injecție.
- Pe una din părțile matritei se așază camasa din fibră de carbon
- Camasa se prinde cu ajutorul unor bride de prindere pentru a facilita operația de injecție în matrită astfel încât în momentul în care matrită se deschide, pe partea superioară a piesei să fie impregnată camasa.

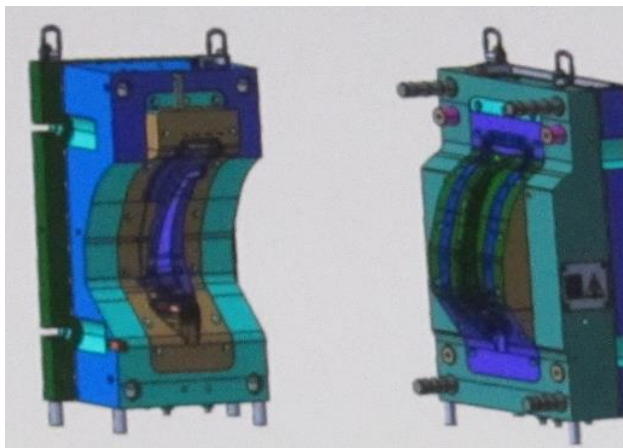


Fig. 9 Sunt prezentate cele doua cavitati in care urmeaza sa fie injectat materialul la o temperatura de 280 de grade C.



Fig. 10 Imagine cu exteriorul pedalei unde se observa camasa din fibre de sticla sau de carbon



Figura 10. Materialul din care se realizeaza camasa

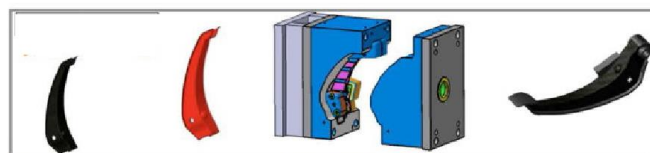


Fig. 11 Prezentare schematica a procesului de injectie in vederea obtinerii pedalei compozite

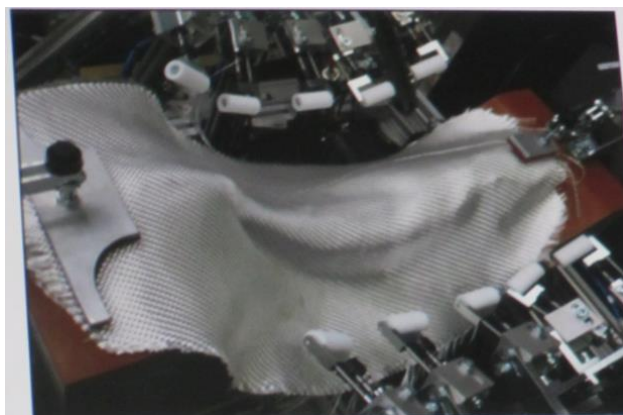


Figura 9. Modul in care se prinde camasa pe matrita

4. CONCLUZII

Prezentul studiu are ca rol imbunatatirea grupului pedalier la constructia autoturismelor. Accelerarea dezvoltării tehnice pe parcursul anilor 1990, a înregistrat progrese considerabile în îmbunătățirea performanțele și proprietățile materialelor plastice, care au condus la mărirea sferei de aplicabilitate. Spre exemplu, a crescut numărul de componente din mase plastice utilizate în compartimentul motor, unde condițiile de exploatare sunt mult mai solicitante decât a celor din habitacul autovehiculului.

Principalele motive pentru care masele plastice au pătruns în industria auto sunt, greutatea redusă precum și libertatea stilistică oferită designerului. Pe lângă aspectele tehnice, un autovehicul trebuie sa aibă stil. Acesta se realizează prin formă, culoare și personalitate, utilizând materiale plastice care prezintă gama larga de proprietăți mecanice, fizice și optice, precum așa numita „atingere de catifea”. Materialele plastice au deschis practic nenumărate posibilități de obținere a produsului dorit.

La baza prezentei cercetări, a stat o cercetare de practic de o luna efectuat în laboratorul de TIM. observațiile realizate, ca urmare a activității practice desfășurate. Scopul inițial al studiului a fost de a îmbunătăți vechiul grup pedalier prin implementare de noi soluții ,aparției defectelor pieselor produse prin injecție, ce devin vizibile în faza de prototipare sau de serie „0“ datorită unor erori de proiectare. Astfel prin efectuarea unei proiectări judicioase se reduc costurile de reparație sau modificare

5. MULTUMIRI

Adresam multumiri și recunoștința domnului profesor coordonator Prof.univ.Dr.MSc.Ing. **Constantin OPRAN** pentru sprijinul pe care ni l-a acordat în toată această perioadă , pentru atenta îndrumare științifică, pentru răbdarea manifestată,și pentru numeroasele discuții care ne-au încurajat ,și motivat.

Mulumesc doamnelor profesor **As Univ Teodorescu Florin** pentru grija manifestată față de noi , pentru sfaturile și colaborarea științifică acordate pentru realizarea acestei lucrări, de asemenea, îi mulțumim și îi datorăm efectuarea stagiului de cercetare în laboratorul POLCOM.

De asemenea dorim să mulțumim reprezentanților Universității Politehnice din București care au inițiat și administrat această Sesiune de Comunicări Științifice Studentești 2015 din care a fost finanțată activitatea de cercetare pe care am desfășurat-o .

6. BIBLIOGRAFIE

1. *** [Http://Www.Chemie-Am-Auto.De/Kunststoffe/Kunststoffe.Pdf](http://www.Chemie-Am-Auto.De/Kunststoffe/Kunststoffe.Pdf)
2. *** [Http://Www.Dow.Com/](http://www.Dow.Com/) Designing With Termoplastics
3. *** [Http://Www.Draexlmaier.De](http://www.Draexlmaier.De), Neue Dimensionen Für Rohstoffe Im KFZ-Interieur,2004
4. Brydson J.A. Plastics Materials - Seventh Edition, ISBN 0-7506-4132-01999
5. Cheremisinoff N.P. Handbook Of Engineering Polymeric Materials,ISBN 0-8247-9799-X1997
6. Chevalier Y.,Rete L.Mecanique Des Materiaux - Supports Visueles DuCours1995
7. Crawford R.J. Plastics Engineering, Third Edition ISBN 0-7506-3764-12004
8. Dima A.,Minea A Reducing Oxide Layer On Alcu25mg Treated Parts Through Improving Heat Transfer REVISTA METALURGIA INTERNATIONAL Vol. XIII(10): Pag. 5-8 ISSN 1582- 22142008
9. Dima D.E., S.A. Design And Optimization Of Conformal Cooling Channels In Injection Moulding Tools Journal Of Materials Processing
10. Dumitrescu C.,Saban R. Physical Metallurgy Heat Treatments, Editura Fair PartnersLtd.Bucuresti,2005
11. Ionesc,Muscel, S.A.Proiectarea Matritelor Pentru Produse Injectate Din Materiale Plastice Editura Tehnica–Bucuresti 1987
12. Iordache F.,S.A Modelarea Si Simularea Proceselor Dinamice De Transfer Termic ISBN:973-685-427-2
13. Joni N., Trif I.N. Sudarea Robotizata Cu Arc Electric- Editura Lux Libris Brasov (ISBN- 973-9458-48-X) Editia II Revizuita2005
14. Karian H.G. Handbook Of Polypropylene And Polypropylene Composites,ISBN: 0-8247-1949-2199952. Kazmer D. Injection Mold Design Engineering, ISBN-10:15699041702007
15. Lewis R.W.,S.A. Fundamentals Of The Finite Element Method For Heat And Fluid Flow ISBN 0-470-84788-32004
16. Lucian M. Mecanica Fluidelor - Curs Online Universitatea Politehnica Bucuresti, [Http://Www.Hydrop.Pub.Ro/Mandreadoc.Htm](http://www.Hydrop.Pub.Ro/Mandreadoc.Htm)
17. Lungu M.,S.A. Utilaje Pentru Prelucrarea Polimerilor Institutul Politehnic Iasi – 1980