

CERCETARI PRIVIND TESTAREA PRODUSELOR POLIMERICE

**BURLACU Dorin Adrian¹, DRAGHICI Catalin², ION Ionut³, NEAGU Florin⁴,
POPA Marius Cornel⁵**

Conducatori științifici: prof. univ. **Constantin OPRAN**

asist. univ. **Florin TEODORESCU**

REZUMAT: Cercetarea privind testarea produselor polimerice are rolul de a afla și standardiza caracteristicile mecanice ale materialelor polimerice, cum, și în ce condiții se realizează aceste încercări, de ce avem nevoie de ele și în ce domenii se folosesc. Datorită caracteristicilor de material (masă scăzută), polimerii se folosesc în special în industria aeronautică și automobilă, fiind necesare încercări ale acestora. Prezenta lucrare abordează problema încercărilor mecanice pe un echipament specializat marca Zwick Z020 destinat special testărilor pe materiale compozite și polimerice.

CUVINTE CHEIE: Dispozitiv, încercări, polimeri.

1. INTRODUCERE

Domeniul încercărilor mecanice face parte din domeniul general al încercărilor de diverse tipuri, la care trebuie să supună toate materiile și structurile pentru a face proba îndeplinirii condițiilor de funcționare în care va fi exploatat produsul ce înglobează materialul și structura respectivă. Încercările mecanice au legătură directă cu tema de proiectare și cu asigurarea performanțelor estimate pentru cea mai mare parte a produselor ce se realizează în industrie și construcții.

Obiectivele generale urmărite în cursul efectuării încercărilor mecanice sunt:

- determinarea caracteristicilor mecanice de material;
- controlul și asigurarea calității prin compararea caracteristicilor obținute pentru un anumit esanțion;
- verificarea unor modele teoretice de calcul sau a unor teorii de cedare;
- stabilirea comportării structurii materialului.

Masina Zwick Z020 a fost achiziționată în 2014 de către laboratorul LTPC din cadrul facultății IMST al UPB; este de proveniență germană, fiind fabricată la ULM. Zwick este lider mondial în caracterizarea mecanică a produselor polimerice și compozite la tracțiune.

Masina a fost achiziționată fără modulele de încercare la compresiune, încovoiere și forfecare.

Scopul este de a proiecta echipamentele necesare încercărilor de compresiune, încovoiere și forfecare pentru a extinde aria de lucru.



Fig.1 Zwick Z020

Epruvetele trebuie fabricate simultan și / sau în aceleași condiții de prelucrare pentru a avea

caracteristici si proprietati mecanice aproape identice.

2. STADIUL ACTUAL

Dispozitivul Iosipescu pentru incercarea la forfecare a fost dezvoltat pentru materialele compozite la inceputul anilor '80 de catre Composite Materials Research Group de la Universitatea din Wyoming. ASTM Standard D 5379 reglementeaza metoda de incercare in 1993.

Este construit pentru masinile de incercat universale.

¹ Facultatea IMST, Specializarea IAAC;

E-mail: florin1234@yahoo.com;

² Facultatea IMST, Specializarea TCM;

³ Facultatea IMST, Specializarea TCM;

⁴ Facultatea IMST, Specializarea IAAC;

⁵ Facultatea IMST, Specializarea IPFP;

2.1 Compresiunea

Compresiunea este solicitarea de incarcare/deformare care masoara capacitatea materialelor de a suporta o sarcina aplicata pe o perioada scurta.



2.2 Incovoierea

Prezentul standard are la baza ISO 178, dar se ocupa de compozitele de materiale plastice armate cu fibre. Ca atare, se pastreaza conditiile de incarcare relevante pentru sistemele armate cu fibre de sticla. Alte surse documentare consultate

includ ASTM D790 (incarcare in patru puncte) EN 2562 (conditii de incarcare. Lungimea totala a epruvetei pentru incarcarea in patru puncte este aceeaasi cu cea pentru incarcarea in trei puncte.

Metoda se aplica folosind epruvete care pot fi formate la dimensiunile alese, prelucrate mecanic din zona centrala a unor esantioane standard destinate diferitelor tipuri de incercari sau prelucrate mecanic din semifabricate sau produse finite, cum sunt piesele turnate , extrudare si laminare.

Metoda stabileste dimensiunile recomandate ale epruvetelor. Incercarile care sunt efectuate pe epruvete cu alte dimensiuni sau pe epruvete pregatite in alte conditii pot conduce la rezultate diferite. Alti factori, cum sunt viteza de incarcare si conditionarea epruvetelor pot influenta rezultatele.

2.2.1Principiu de funtionare

Epruveta, sprijinita ca o parghie, este supusa la incovoiere cu o viteza constanta, pana la rupere sau pana cand deformatia atinge o valoare prestabilita. In timpul incercarii se masoara forta aplicata pe epruveta.



Figura 2. Incercare incovoiere

Metoda se utilizeaza pentru determinarea comportarii la incovoiere a epruvetelor si pentru determinarea rezistentei la incovoiere, a modulului de elasticitate la incovoiere si a altor aspecte legate de relatia efort/deformare in conditiile date.

2.2.2 Definitii

Viteza de incarcare (v). Viteza miscarii relative dintre reazeme si elementul de incarcare exprimata in milimetri pe minut.

Efort de incovoiere (Of). Efortul nominal pe suprafata exterioara a epruvetei la jumatatea distantei intre reazeme, este exprimata in megapascali MPa.

Efort de incovoiere la rupere (σ_m). Efortul de incovoiere la ruperea epruvetei, se exprima in magapascali MPa.

Rezistenta la incovoiere (σ_m). Efortul de incovoiere este suportat de epruveta la incarcare maxima, pentru tipurile de rupere acceptate, se exprima in MPa.

Deformatie la incovoiere (ϵ_r). Variatia dimensionala a unui element de lungime situat pe suprafata exterioara a epruvetei la mijlocul distantei între reazeme. Se utilizeaza pentru calcularea modulului de incovoiere si se exprima sub forma unui raport adimensional.

2.2.3 Aparatura

Masina pentru incercare trebuie sa fie in conformitate cu ISO 5893, dar si cu viteza de incarcare, elemente de incarcare si reazeme si exactitatea de masurare a fortei.

Viteza de incarcare. Masina trebuie sa mentina o viteza de incarcare asa cum se precizeaza in tabelul 1.

Tabelul 1.

Viteza (mm/min)	Toleranta (%)
0.5	± 20
1	± 20
2	± 20
5	$+20$
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10

Elemente de incarcare si reazeme. Reazemele si elementul sunt pozitionare ca in figura 2.2.3 si figura 2.2.4.

Fig 2.2.3 Incovoierea in 4 puncte

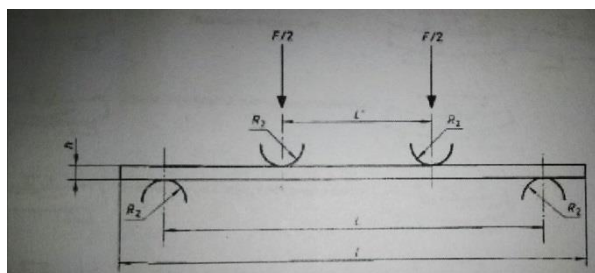
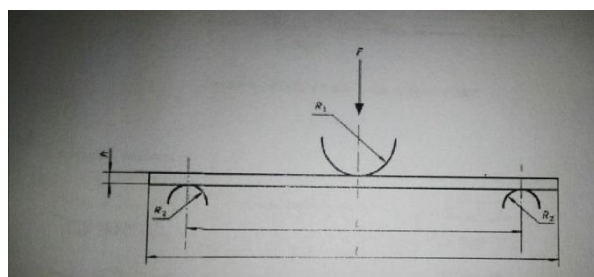


Fig 2.2.4 Incovoierea in 3 puncte



Raza R_1 - si raza R_2 trebuie sa fie in conformitate cu datele din tabelul 2. Anexele reazemelor si ale elementului de incarcare trebuie sa fie paralele.

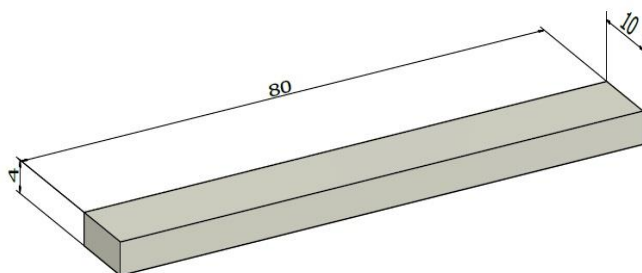
Tabelul 2.

Dimensiune	Valoare (mm)
R_1	5 ± 0.2
R_2 pentru $h < 3$ mm	2 ± 0.2
R_2 pentru $h > 3$ mm	5 ± 0.2

Micrometre si sublere. Micrometrul este capabil sa citeasca cu exactitate de pana la 0.01 mm sau mai putin si potrivit sa masoare latimea b si grosimea h ale epruvetei. Sublerul Vernier cu exactitate de pana la 0.1% din valoarea lui L in vederea determinarii distantei între reazeme.

2.2.4 Epruvete

Epruvetele nu trebuie sa prezinte abateri de planitate si trebuie sa aiba fete plan paralele. Suprafetele si muchiile nu trebuie sa prezinte zgarieturi, pete de coroziune, retasuri si bavuri. Epruvetele se verifica pentru a corespunde acestor cerinte prin control vizual asupra muchiilor drepte placilor patrute si plane si prin masurare cu micrometre.



Epruvetele care prezinta abateri masurabile sau observabile de la una sau mai multe dintre aceste cerinte se resping si se prelucreaza mecanic la forma si dimensiunile corecte, inainte de incercare.

2.3 Forfecare

Aceasta incercare se aplica epruvetelor prelevate din semifabricate destinate executarii unor piese ce vor fi supuse, in exploatare, la forfecare. Incercarea se efectueaza pe masinile de incercat la tractiune sau la compresiune, folosind dispozitive adecvate.

Incercarea de rezistenta la forfecare se efectueaza conform STAS 7927-67. Epruveta are, de obicei, sectiunea circulara. In cazul montarii pe masina de tractiune, se aseaza intr-un dispozitiv a carui constructie este prezentata in figura 3.a.

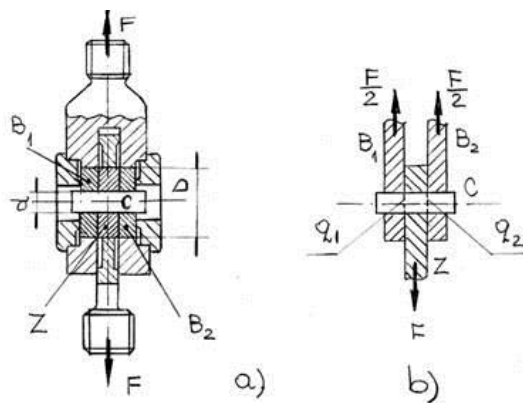
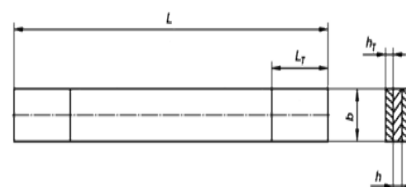


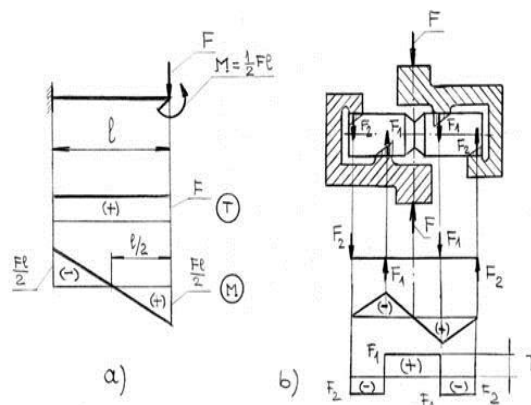
Fig 2.3.1.a si 2.3.1.b

Schema de principiu a dispozitivului (fig. 3.b) arata ca, sub actiunea fortei F , epruveta C este forfecata intre falcile de fixare B_1 si B_2 si falca de taiere Z pe doua sectiuni, q_1 si q_2 .

Aceasta schema de incarcare nu asigura solicitarea de forfecare pura, deoarece nu inlatura incovoiera epruvetei si aparitia tensiunilor normale in sectiunea de rupere. Pentru a se obtine o solicitare la care sa apara numai tensiuni tangentiale, s-au propus schemele de incarcare din figura 2.3.2 (a si b)



Notatie	Caracteristica	Dimensiune (mm)
L	Lungime	250 ± 5
b	Lăţime	$25 \pm 0,5$
h	Grosime	$2 \pm 0,2$
L_T	Lungime a taloanelor (optional)	50 ± 5
h_T	Grosime a taloanelor (optional)	0,5 până la 2



In sectiunea de la mijlocul epruvetei actioneaza o forta taietoare $T=F$, care produce tensiuni tangentiale, iar momentul incovoietor este zero, deci nu apar tensiuni normale in sectiune. Ca urmare, in sectiunea de la mijlocul epruvetei se realizeaza o stare de forfecare pura. Trebuie remarcat ca starea de tensiune obtinuta nu este omogena, intrucat tensiunea tangentiala nu are aceeasi valoare in toate punctele sectiunii.

Este importanta respectarea adancimii crestaturilor ($1/4$ din dimensiunea respectiva) si pozitionarea lor exact la jumatatea lungimii. De asemenea, o alta conditie pentru executarea epruvetei este ca inaltimea acesteia sa fie constanta pe toata lungimea. Prin incercarea la forfecare se pot determina caracteristici mecanice si elastice similare cu acelea care se determina prin solicitarea la tractiune.

Fig. 2.3.3.

Calculul conventional, aplicat frecvent in cazul barelor de sectiune mica, admite ca tensiunile tangentiale sunt paralele cu forta

aplicata și repartizate uniform pe suprafața secțiunii transversale a barei (fig.2.3.3).

Epruveta trebuie să aibă formă paralelipipedică, cu dimensiunile date de tabelul următor. Pentru materiale executate din straturi mai subțiri de 0,125 mm, materialul stratificat trebuie să conțină 16 straturi

.Orientarea fibrelor trebuie să fie la un unghi de $\pm 45^\circ$ față de axa epruvetei, repartizarea fibrelor fiind echilibrată și simetrică.

Pentru ca ruperea să nu aibă loc la nivelul sau în interiorul dispozitivului de prindere, se pot utiliza sau nu umeri lipiti (taloane).

3. CONTRIBUTII PRIVIND REALIZAREA DISPOZITIVELOR DE INCERCARE (COMPRESIUNE, INCOVOIERE, FORFECARE)

3.1 Dispozitivul pentru incercare la compresiune

3.1.1. Metodologia de incercare la compresiune

Pe dispozitivul de compresiune proiectat, metodologia de incercare este urmatoarea:

- se masoara dimensiunile epruvetei utilizand metoda specificata in ISO 1923 și se calculeaza aria fetei pe care se aplica sarcina
- se introduce epruveta astfel incat forta sa actioneze in lungul axei masinii de incercare, se comprima epruveta cu 100 ± 20 mm/min cu ajutorul placii de compresiune pana la o comprimare de 70% din grosimea initiala a epruvetei sau pana cand sarcina de comprimare aplicata este egala cu cea indicata in specificatia materialului.

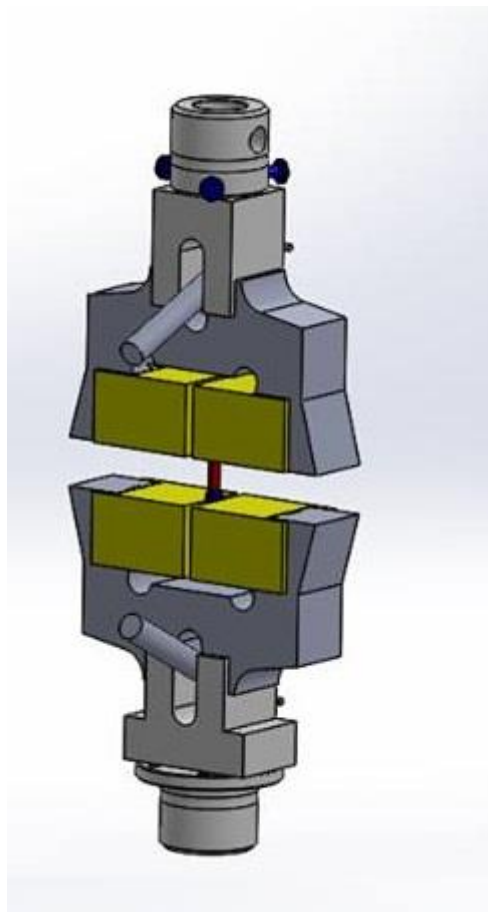


Fig. 3.1.1. Dispozitiv de incercare la compresiune

Se repeta imediat acest ciclu de 3 ori consecutiv, apoi in perioada celui de-al patrulea ciclu de compresiune se citește forța in newtoni, corespunzătoare deformării specificate.

3.2 Dispozitivul pentru incercare la forfecare

Daca asupra unei piese actioneaza doua forte paralele, de sensuri opuse si dispuse de o parte si de alta a materialului, distanta dintre directii fiind practic nula, se considera ca piesa este solicitata la forfecare. Pe masura ce solicitarea la forfecare inainteaza, cu atat bratul fortelor creste.

Daca acesta nu depaseste o anumita limita, fenomenul poate fi neglijat; in caz contrar, daca bratul fortelor devine mare, depasind acea limita limita, nu se mai produce taierea materialului, ci incovoierea lui, care poate duce la ruperea materialului. Deoarece, constructiv, intre lamele taietoare exista o distanta, in momentul taierii apare intre lame o deformatie unghiulara γ .

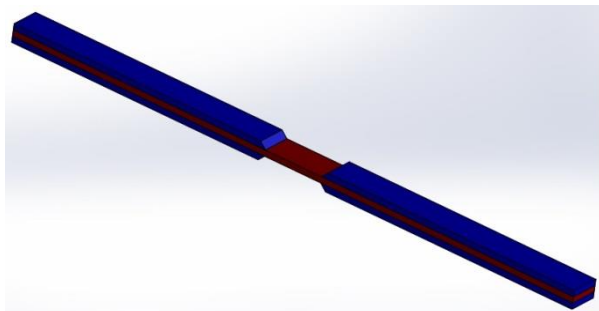
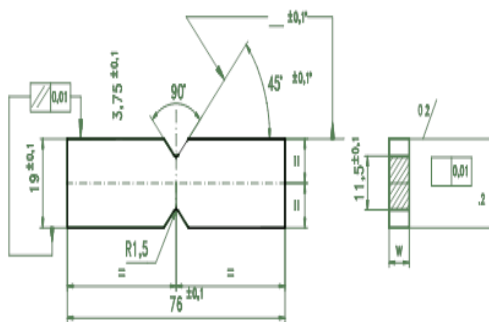
CERCETARI PRIVIND TESTAREA PRODUSELOR POLIMERICE

Aceste tipuri de produse sunt produse ce provind din industria aerospaciala si industria auto.

Se pot incerca probe prelevate din structuri ce intra in componenta aripilor de avion, structuri interioare si exterioare ale autoeviculelor precum si la piese polimerice de tip tuburi, placi, piese complexe obinute prin injectie, extrudare sau piese compozite polimerice produse in autoclave (piese obinute din prepregri)

3.2.1 Epruveta folosita.

Epruveta are formă prismatică și este prevăzută, în secțiunea de forfecare, cu două creștături transversale, de forma literei V. Ea este solicitată după o schemă de încărcare antisimetrică, astfel încât în secțiunea de lucru să apară o stare de forfecare pură.



3.2.2 Caracteristici generale ale dispozitivului

Dispozitivul este destinat utilizării împreună cu următoarele tipuri de laminate:

- laminate unidirecționale cu orientarea fibrelor 0° sau 90°
- laminate unidirecționale cu același număr de straturi în orientarea fibrelor 0° și 90°
- laminate țesute pentru care direcția de umplere ruleaza la 0° sau 90°

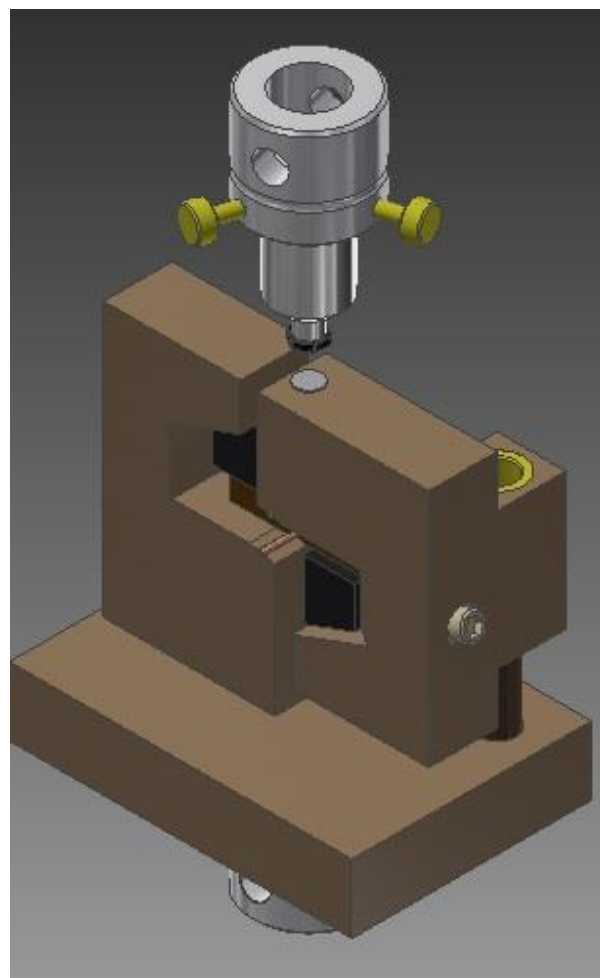
- materiale plastice în care orientarea fibrelor este aleatorie.

Pentru a măsura proprietățile de forfecare, o epruveta crestata pe ambele fețe este fixată în suport longitudinal. Când comprimat, acest lucru creează o zonă de încărcare forfecare între creștăturile. Fibrele trebuie să fie paralel sau perpendicular pe axa de încărcare.

Bacurile de prindere sunt plasate la 45° în direcția planului de forfecare pentru a determina tensiunea de forfecare.

Avantajele acestui tip de incercare:

- Prinderea usoara a epruvetei
- Temperatura epruvetei poate sa fie între -70 și 300°C
- Suruburi pentru centrarea epruvetei in raport cu planul de forfecare



3.2.3 Testarea epruvetei

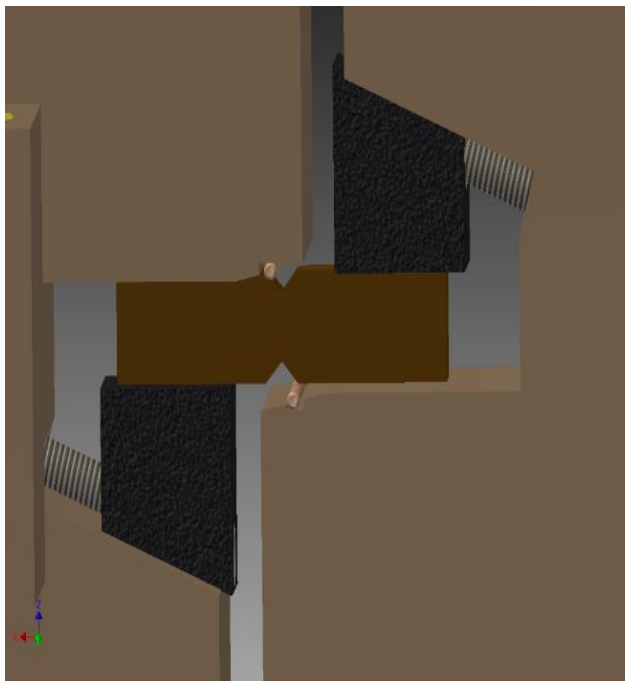
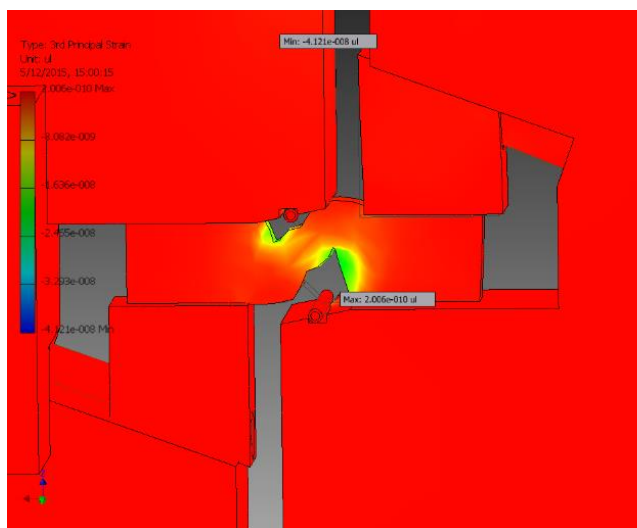


Figura 4.1.1 Masina concept

Produsele pe baza de material polimeric se folosesc in proportie de 60-65% in industria auto . In figura 4.1.2 se arata ce piese de la o masina marca BMW sunt realizate din material polimeric. Exemplu bara fata / spate , grilele , paleta de la radiator , butoanele din interior , consola centrala , bordul , elemente ornamentale cu aspect decorativ.

Toate aceste piese inainte de a putea si montate pe masina sunt supuse la teste corespunzatoare.

Elementele de exterior (bara fata/spate , bandouri , capacele de la oglinzi etc.) sunt realizate din materiale care sunt verificate si supuse la teste de impact . Pe baza acestor rezultate se ia decizia daca elementele sunt sigure in cazul unui impact .



Avand in vedere ca in Romania se fabrica masini marca Dacia, iar in tara noastra sunt aproximativ 1.4 milioane de masini din segmentul Dacia, ele trebuie sa fie sigure in primul rand la soc.

Un exemplu este bara de Dacia logan prezenta in figura de mai sus. Bara este proiectata pentru a rezista impactului la soc, astfel la un impact de 15 km/h, ea nu se deterioreaza.

4 DOMENII DE APLICARE ALE DISPOZIIVELOR PROIECTATE

4.1 Aplicari in domeniul auto

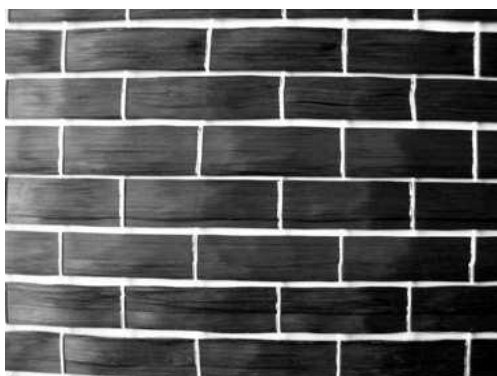
In sectiunea de mai jos vor fi prezentate o serie de imagini in care se va explica unde se gasesc produsele pe baza de material polimeric .In figura 4.1.1 Se observa o masina concept cu doua locuri unde in loc de tabla pentru portiere, plafon si aripi se foloseste material polimeric.



4.2 Aplicari in domeniul constructiilor

Pentru o consolidare a structurilor din beton armat, din caramida si lemn, se foloseste panza din fibre de carbn tesute, unidirectionale, figura 4.2.1.

Figura 4.2.1



4.2.1 Utilizari

- Performanta seismica imbunatatita a zidariilor.
- Inlocuieste barele de armatura.
- Cresterea capacitatii portante a elementelor structurale.
- Imbunatatirea structurala constructiva.

4.2.2 Avantaje

Fabricat cu fibre tesute penru a mentine tesatura stabila (proces de fixare la cald)

- Utilizare multifunctionala pentru fiecare tip de consolidare
- Flexibilitatea geometriei suprafetei (grinzi, stalpi, pereti, cosuri)
- Densitate redusa . Tesaruta se poate face in diferite latimi.

5 Concluzi

Inercarea de forfecare iosipescu s-a dovedit aplicabilă pentru stabilirea cu precizie a caracteristicilor de rezistență și de rigiditate ale materialelor compozite, astfel încât a fost standardizată (în sua) ca metodă de testare a acestora. efectuarea experimentului este relativ simplă, dar este nevoie de un dispozitiv rigid și precis construit, precum și de mărci tensometrice special destinate acestei încercări

Inainte de productia de masa a pieselor din materiale polimerice trebuie sa se faca obligatoriu aceste teste, incercari. Ele ne arata cand si in ce fel materialul se deterioreaza.