

Materiale compozite

Generalități

Un **material compozit** (denumit și **material compozițional** sau scurtat în **compozit**, care este denumirea comună) este un material care este produs din două sau mai multe materiale constitutive. Aceste materiale constitutive au proprietăți chimice sau fizice deosebit de diferite și sunt îmbinate pentru a crea un material cu proprietăți diferite de elementele individuale. În cadrul structurii finite, elementele individuale rămân separate și distincte, distingând compozitele de amestecuri și soluții solide .

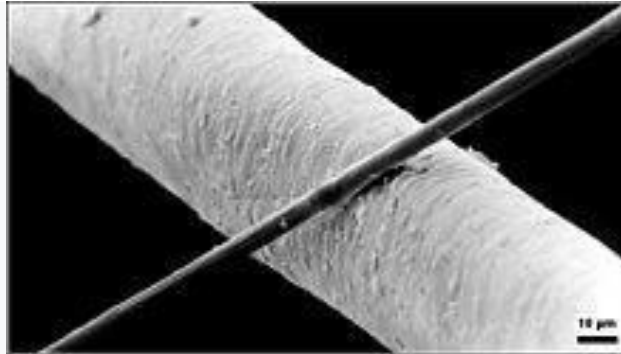


Fig.1. O fibră de carbon negru (utilizată ca componentă de întărire) în comparație cu părul uman

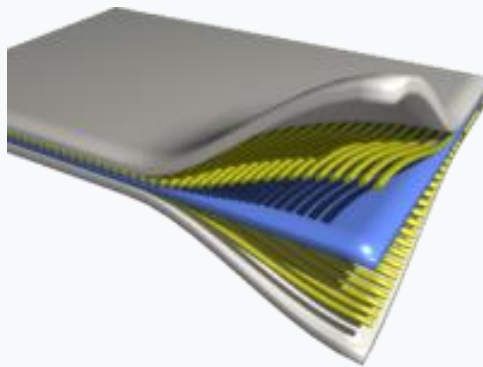


Fig.2. Compozitele sunt formate prin combinarea materialelor împreună pentru a forma o structură generală cu proprietăți care diferă de cea a componentelor individuale

Tipice din ingineria materiale compozite includ:

- Beton armat și zidărie
- Lemn compozit precum placaj
- Materiale plastice armate, cum ar fi polimer armat cu fibre sau fibră de sticlă
- Compozite cu matrice ceramică (matrici ceramice și metal compozit)
- Compozite cu matrice metalică
- și alte materiale compozite avansate

Există diverse motive pentru care materialul nou poate fi favorizat. Exemplele tipice includ materiale care sunt mai puțin costisitoare, mai ușoare, mai puternice sau mai durabile în comparație cu materialele obișnuite. Mai recent, cercetătorii au început, de asemenea, să includă activ detectarea, acționarea, calculul și comunicarea în compozite, cunoscute sub numele de materiale robotizate .

Materialele compozite sunt utilizate în general pentru clădiri, poduri și structuri, cum ar fi carenele pentru bărci, panourile pentru piscine, caroseriile mașinilor de curse, cabine de duș, căzi, rezervoare de depozitare, imitație de granit și chiuvete și blaturi din marmură cultivată . De asemenea, acestea sunt utilizate din ce în ce mai mult în aplicații generale pentru automobile. Cele mai avansate exemple funcționează în mod obișnuit pe nave spațiale și aeronave în medii solicitante.

Cele mai vechi materiale compozite au fost realizate din paie și noroi combinate pentru a forma cărămizi pentru construcția clădirilor . Fabricarea de cărămizi antice a fost documentată de picturile mormintelor egiptene .

1. Materiale compozite

Betonul este cel mai frecvent material compozit artificial dintre toate și constă de obicei din pietre libere (agregate) ținute cu o matrice de ciment . Betonul este un material ieftin și nu se poate comprima sau sfărâma chiar și sub o forță de compresie destul de mare. Cu toate acestea, betonul nu poate supraviețui încărcării cu întindere (adică, dacă este întins, se va rupe rapid). Prin urmare, pentru a oferi betonului capacitatea de a rezista la întindere, barele de oțel, care pot rezista forțelor mari de întindere (de întindere), sunt adesea adăugate betonului pentru a forma beton armat .



Fig.3. Betonul este un amestec de ciment și agregat, oferind un material robust, puternic, care este foarte utilizat.

Polimerii întăriți cu fibre includ polimeri întăriți cu fibră de carbon și plastic întărit cu sticlă . Dacă clasificată de matrice atunci sunt compozite termoplastice, termoplaste cu fibre scurte, termoplaste cu fibre lungi sau termoplaste lungi armate cu fibre. Există numeroase compozite termorezistente, inclusiv panouri compozite din hârtie . Multe sisteme avansate de matrice polimerică termorezistentă încorporează de obicei fibre de aramidă și fibre de carbon într-o matrice de rășină epoxidică .

Compozitele polimerice cu memorie de formă sunt compozite de înaltă performanță, formulate utilizând armături din fibră sau țesături și rășină polimerică cu memorie de formă ca matrice. Deoarece o rășină polimerică cu memorie de formă este utilizată ca matrice, aceste compozite au capacitatea de a fi ușor manipulate în diferite configurații atunci când sunt încălzite peste temperaturile lor de activare și vor prezenta o rezistență ridicată și rigiditate la temperaturi mai scăzute. De asemenea, pot fi reîncălzite și remodelate în mod repetat, fără a-și pierde proprietățile materiale. Aceste compozite sunt ideale pentru aplicații cum ar fi structuri ușoare, rigide, care pot fi instalate; fabricație rapidă; și întărire dinamică.

Compozitele cu presiune ridicată sunt un alt tip de compozite de înaltă performanță, care sunt proiectate să funcționeze într-un cadru de deformare ridicată și sunt adesea utilizate în sisteme

implementabile în care flexiunea structurală este avantajoasă. Deși compozitele cu tulpină înaltă prezintă multe asemănări cu polimerii cu memorie de formă, performanța lor este în general dependentă de aspectul fibrelor, spre deosebire de conținutul de rășină al matricei.

Compozitele pot folosi, de asemenea, fibre metalice care întăresc alte metale, ca în **compozite cu matrice metalică** (MMC) sau **compozite cu matrice ceramică** (CMC), care include (hidroxiapatită armată cu fibre de collagen), **cermet** (ceramică și metal) și **beton**.

Compozitele cu matrice ceramică sunt construite în primul rând pentru *rezistența la rupere*, nu pentru rezistență.

O altă clasă de materiale **compozite implică țesături compozite compuse** din fire dantelate longitudinale și transversale. Compozitele din țesături sunt flexibile, deoarece sunt sub formă de țesătură.

În plus, materialele compozite termoplastice pot fi formulate cu pulberi metalice specifice, rezultând materiale cu un domeniu de densitate de la 2 g / cm^3 la 11 g / cm^3 (aceeași densitate ca plumbul). Cea mai comună denumire pentru acest tip de material este „compus cu greutate ridicată” (HGC), deși se utilizează și „înlocuirea plumbului”. Aceste materiale pot fi folosite în locul materialelor tradiționale precum aluminiu, oțel inoxidabil, alamă, bronz, cupru, plumb și chiar tungsten la cântărire, echilibrare (de exemplu, modificarea centrului de greutate al unei rachete de tenis), amortizarea vibrațiilor, și aplicații de protecție împotriva radiațiilor. Compozitele de înaltă densitate sunt o opțiune viabilă din punct de vedere economic atunci când anumite materiale sunt considerate periculoase și sunt interzise (cum ar fi plumbul) sau când costurile operațiunilor secundare (cum ar fi prelucrarea, finisarea sau acoperirea) sunt un factor.

Un **compozit structurat în tip sandwich** este o clasă specială de material compozit care este fabricat prin atașarea a două piei subțiri, dar rigide, la un miez ușor, dar gros. Materialul de bază este în mod normal un material cu rezistență redusă, dar grosimea sa mai mare asigură compozitului sandwich o rigiditate ridicată la îndoire cu o densitate generală scăzută.

Lemnul este un compozit natural care cuprinde fibre de celuloză într-o matrice de lignină și hemiceluloză. Lemnul prelucrat include o mare varietate de produse diferite, cum ar fi scândurile din fibră de lemn, placaj, scândurile orientate, compozite din lemn plastic (fibre de lemn reciclate în matrice de polietilenă).

Compozitele de particule au particule ca material de umplutură dispersate în matrice, care pot fi nemetalice, cum ar fi sticla, epoxidică. Anvelopele pentru automobile sunt un exemplu de compozit sub formă de particule.

Compozite feromagnetice, inclusiv cele cu o matrice de polimeri constând, de exemplu, din umplutură nanocristalină de pulberi pe bază de Fe și matrice de polimeri. Se pot utiliza pulberi amorfe și nanocristaline obținute, de exemplu, din pahare metalice. Utilizarea lor face posibilă obținerea de nanocompozite feromagnetice cu proprietăți magnetice controlate.

2. Clasificarea materialelor de tip compozit reprezintă o gama foarte mare de produse, de aceea este necesar a se lua în considerare mai multe criterii: astfel, compozitele pot fi clasificate în categoriile prezentate în continuare:

2.1. după starea de agregare a matricei și a materialului dispersat:

- compozite de tip lichid-solid (suspensii, barbotine);
- compozite de tip lichid-lichid (emulsii);
- compozite de tip gaz-solid (structuri „fagure”, aerodispersii);
- compozite solid-solid (metal-carbon, metal-fibre, carbon-carbon, polimer-fibre etc.);

2.2. după natura matricei:

- compozite cu matrice metalica (Al, Cu, Ni, Mg, aliaje);
- compozite cu matrice organica (polimeri);
- compozite cu matrice din carbon;
- compozite cu matrice ceramica (SiC, B₄N₃, Al₂O₃ etc.)

2.3. după configurația geometrică a materialului complementar:

- compozite cu fibre discontinue (fibre scurte, mono sau multi-functionale);
- compozite cu fibre continue;
- compozite cu particule mari (grafit, oxizi, nitruri, carbon, aliaje) acestea având dimensiuni mai mari de 1 m și diferite forme: sferica, plata, elipsoidala, neregulata;
- compozite cu microparticule (la care materialul dispersat în matrice reprezintă 1-15 %, iar diametrul mediu al particulelor nu depășește de regulă 0,1 mm);
- compozite lamelare stratificate.

2.4. după modul de distribuție a materialului complementar:

- compozite izotrope, care conțin elemente disperse de tip particule, granule metalice sau fibre scurte, uniform repartizate;
- compozite anizotrope cu proprietăți variabile cu direcția, la care materialul complementar este sub formă de fibre continue (insertii, impletituri), orientate unidirecțional, în plan sau în spațiu sau fibre scurte repartizate liniar;
- compozite stratificate, în cazul cărora elementele componente sunt bidimensionale;
- compozite cu o distribuție dirijată a materialului dispersat, obținute prin solidificarea unidirecțională sau deformarea plastică la rece.

2.5. după modul de realizare a suprafeței de contact:

- compozite integrate chimic, la care interacțiunile din suprafața de contact sunt de natură chimică (vitroceramul gama silicioasă, masele refractare fosfatice, cermetii);
- compozite obținute prin agregare, la care predomină forțele de adeziune și coeziune între componente;

-compozite cu armura dispersa, care constau dintr-o matrice rigida (ceramica) sau deformabila (metale, aliaje, polimeri), in care se inglobeaza materialul complementar, constituit din fibre sau particule, fortele de legatura fiind de natura fizica si/sau chimica.

2.6. după marimea materialului complementar:

microcompozite la care materialul dispers este la scara microscopica sub forma de:

*fibre continue (aliniat sau impletite);
fibre scurte (aliniat sau nealiniat);
particule (sferice, plate, elipsoidale, alte configuratii);
microparticule;
structuri lamelare;
retele spatiale;
componente multiple.*

macrocompozite, categorie in care se incadreaza:

*compozitele stratificate macroscopic;
materiale acoperite;
materiale cu elemente de armare la scara macro.*

3. Componentele materialelor compozite cu matrice polimeră.

Pentru materialele compozite cu matrice polimeră se au în vedere următorii constituenți:

- **ranfortul**, care constituie armatura sau scheletul asigurand rezistenta mecanica (este de natura filamentară: fibre minerale sau organice);
- **matricea**, leaga ranfortul, repartizand eforturile si asigurand protectia chimica, totodata da si forma piesei (este prin definiție un polimer sau o rășină organică);
- **interfata**, asigura compatibilitatea ranfort-matrice, asigurand transmiterea eforturilor de la unul la celălalt fara o deplasare relativa (prezinta o buna aderenta in strat subtire: de ordinul micronilor.
- **sarjele**, asigura proprietăți particulare sau complementare, sau inca permit o scadere a costurilor si se prezinta sub forma de particule;
- **aditivii** sunt de regula catalizatori, acceleratori de polimerizare, agenti tixotropici etc.

4. Utilizări

Materialele compozite întărite cu fibre au câștigat popularitate în produsele de înaltă performanță care trebuie să fie ușoare, dar suficient de puternice pentru a suporta condiții dure de încărcare, cum ar fi componentele aerospațiale (cozi, aripi, fuzelaje, elice), barca și Scull carene, biciclete cadre și mașină de curse corpuri. Alte utilizări includ tije de pescuit, rezervoare de depozitare, panouri de piscină și liliici de baseball. Structurile Boeing 787 și Airbus A350, inclusiv aripile și fuselajul, sunt compuse în mare parte din compozite. Materialele compozite devin, de asemenea, din ce în ce mai frecvente în domeniul chirurgiei ortopedice și este cel mai comun material de băț de hochei.

Compozitul de carbon este un material cheie în vehiculele de lansare de astăzi și scuturile termice pentru faza de reintrare a navei spațiale. Este utilizat pe scară largă în substraturile panourilor solare, reflectoare de antenă și juguri de nave spațiale. Este, de asemenea, utilizat în adaptoare de sarcină utilă, structuri interetape și scuturi termice ale vehiculelor de lansare. Mai mult, sistemele de frânare cu disc ale avioanelor și mașinilor de curse utilizează material carbon / carbon, iar materialul compozit cu fibre de carbon și matrice de carbură de siliciu a fost introdus în vehiculele de lux și mașinile sport.

În 2006, a fost introdus un panou compozit armat cu fibre pentru piscine interioare, rezidențiale și comerciale, ca alternativă necorozivă la oțelul galvanizat.

În 2007, un Humvee militar complet compus a fost introdus de TPI Composites Inc și Armor Holdings Inc, primul vehicul militar complet compozit. Prin utilizarea compozitelor, vehiculul este mai ușor, permițând sarcini utile mai mari. În 2008, fibra de carbon și DuPont Kevlar (de cinci ori mai puternice decât oțelul) au fost combinate cu rășini termorezistente îmbunătățite pentru a face carcase de tranzit militar de către compozite ECS, creând carcase mai ușoare cu 30%, cu rezistență ridicată.

Țevile și armăturile pentru diverse scopuri, cum ar fi transportul apei potabile, stingerea incendiilor, irigarea, apa de mare, apa desalinizată, deșeurile chimice și industriale și canalizarea sunt acum fabricate din materiale plastice armate cu sticlă.

Materialele compozite utilizate în structurile de întindere pentru aplicarea fațadelor oferă avantajul de a fi translucide. Pânza de bază țesută combinată cu stratul adecvat permite o mai bună transmitere a luminii. Aceasta oferă un nivel de iluminare foarte confortabil în comparație cu luminozitatea maximă a exteriorului.

Aripile turbinelor eoliene, în dimensiuni de creștere de aproximativ 50 m lungime, sunt fabricate din compozite de câțiva ani. În prezent, buteliile de gaz de înaltă presiune de aproximativ 7-9 litri volum x 300 bar presiune pentru pompieri sunt construite din compozit de carbon.