

Rezistența materialelor

Odinioară constructorii proiectau structurile de rezistență prin aproximație, ceea ce câteodată avea urmări catastrofale. Azi, când sunt cunoscute cauzele rezistenței materialelor, se poate construi economic și în condiții de siguranță.

Între zgârie-nori și pânza de păianjen sunt foarte multe asemănări. Structura zgârie-norilor este executată din grinzi de oțel, iar pânza de păianjen dintr-un material și mai rezistent: din fir de păianjen. Firul de păianjen poate susține o greutate mai mare decât un fir de oțel având aceeași grosime. Firul de păianjen având o grosime de 0,007-0,008 mm nu se rupe sub o greutate de 4 g, ci se alungește cu 22% din lungimea sa. Firul păianjenului cu cruce poate susține de șase ori greutatea păianjenului.

Tensiunea

Dacă de un cablu agățăm o greutate, aceasta generează o forță cu direcția în jos în toată secțiunea cablului. Câtul între forță și suprafața expusă acestei forțe este denumit tensiune mecanică.

Dacă greutatea este mai mare, atunci și forța de acționare este mai mare și ca atare va fi mai mare și tensiunea generată. Tensiunea va fi și mai mare în cazul în care greutatea inițială se agată de un fir cu o secțiune mai mică, deoarece forța în acest caz acționează pe o suprafață mai mică. Pentru a determina rezistența pieselor este foarte important să se

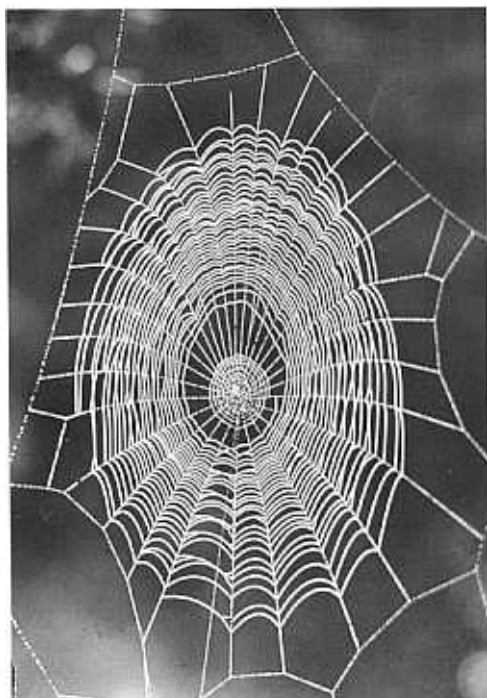


The Image Bank

Construirea unei clădiri pentru birouri cu multe etaje în Frankfurt - Germania. În clădirile mai mici etajele superioare sunt suportate de pereții clădirii, dar în cazul zgârie norilor acest procedeu nu se poate aplica, deoarece pereții nivelurilor inferioare ar trebui să fie foarte groși pentru a rezista la solicitarea de compresiune generată de greutatea nivelurilor superioare. De aceea zgârie norii sunt construiți pe o schelă din grinzi de oțel.

Pânza de păianjen este de trei ori mai rezistentă decât oțelul cu aceeași grosime. În general un fir are grosimea de 0,0001 mm.

Distrugerile provocate de cutremurul din martie 1964 din Alaska - SUA. Presiunile acumulate în sol au provocat alunecări de teren masive și, ca urmare, distrugerea clădirilor.



Frank Lane Picture Agency



Frank Lane Picture Agency



☉ Viteza avionului Concorde poate atinge și dublul vitezei sunetului. Acest lucru expune corpul avionului la solicitări intense. Frecarea între aer și corpul avionului duce la încălzirea acestuia, fapt ce crează alte tensiuni. Fără a cunoaște în mod exact tensiunile ce apar în materialele din structura avionului ar fi imposibilă construirea unui asemenea aparat.



☉ Funile executate din fibre de material plastic sunt mult mai rezistente decât funiile de aceeași grosime executate din materiale naturale.

☑ Fotografia unui cristal de bioxid de mangan făcută în lumină polarizată. Culorile din material indică tensiunile generate de forțe exterioare.

unei greutate agățate de el se întinde 2 cm. Alungirea este de $2/4000=0,0005$. În general se poate spune că alungirea cablului este direct proporțională cu lungimea cablului și invers proporțională cu secțiunea acestuia.

Elasticitatea

Dacă tensiunea aplicată materialului crește începând de la valoarea zero, atunci la început alungirea lui crește proporțional cu creșterea tensiunii. Aceasta înseamnă că în cazul că se dublează greutatea agățată, se dublează și alungirea lui. Dacă luăm greutatea agățată, cablul revine la lungimea sa inițială. Acest fenomen se numește deformare elastică. Dar dacă se mărește sarcina agățată în mod continuu, de la o anumită valoare a sarcinii cablul nu-și mai revine la lungimea inițială. Acest punct se numește limita de elasticitate a materialului. Mărind tensiunea peste acest punct cablul va suferi o deformare plastică și se va alungi în mod permanent. La fel se comportă materialele și la comprimare.

Dacă mărim sarcina în continuare, în final cablul se va rupe. Materialele maleabile, ca de exemplu cuprul, înaintea ruperii suferă o transformare (deformație) plastică substanțială. În cazul materialelor rigide (casante), de exemplu la fonte, nimic nu indică apropierea de limita de rupere. Dacă tensiunea este mărită în mod continuu, piesa de fontă se rupe dintr-o dată fără să apară vreun semnal care să indice ruperea iminentă.

Betonul

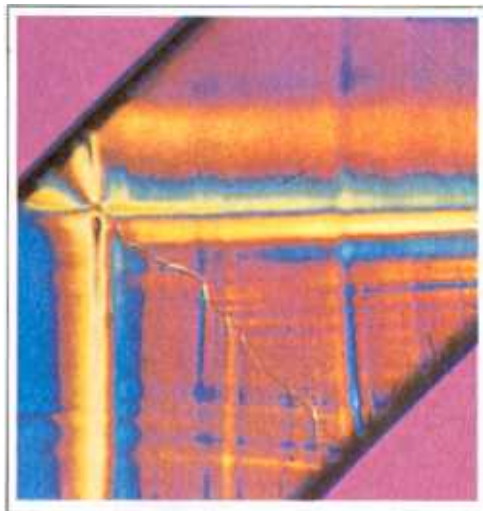
Materialele nu suportă la fel diferitele tensiuni. De exemplu betonul rezistă foarte bine la comprimare, dar suportă prost tensiunile de întin-

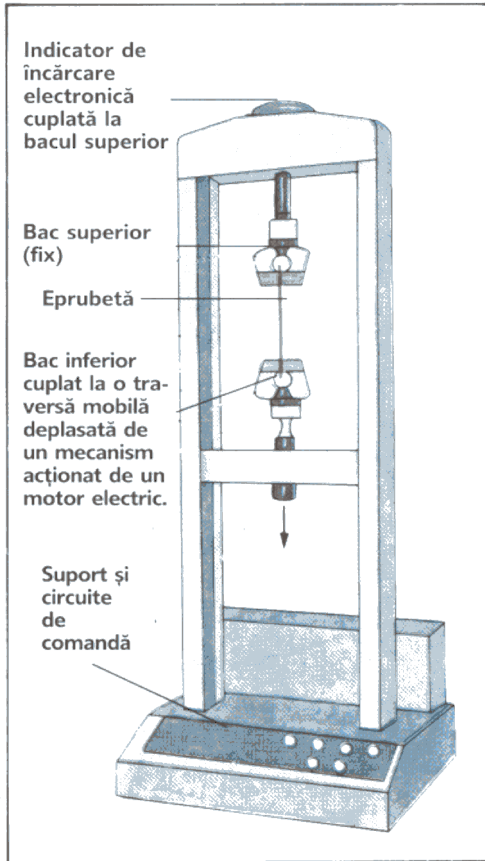
cunoască valoarea tensiunilor pe care o suportă diferitele materiale fără să se rupă sau să sufere modificări permanente.

Materialele pot fi expuse la trei tipuri de tensiuni: tensiunea de întindere alungește materialul, tensiunea de compresiune comprimă materialul, iar tensiunea de forfecare acționează perpendicular pe material, și îl îndoaie. Acest fenomen se poate observa dacă cineva face sărituri în apă și se așează la capătul scândurii întinse deasupra apei: scândura elastică se îndoaie puternic, dar chiar și scândura rigidă se îndoaie sub greutatea săritorului.

Alungirea

Alungirea este deformația materialului proporțională cu mărimea tensiunii de întindere. Să presupunem de exemplu că un cablu având lungimea de 4000 cm sub acțiunea

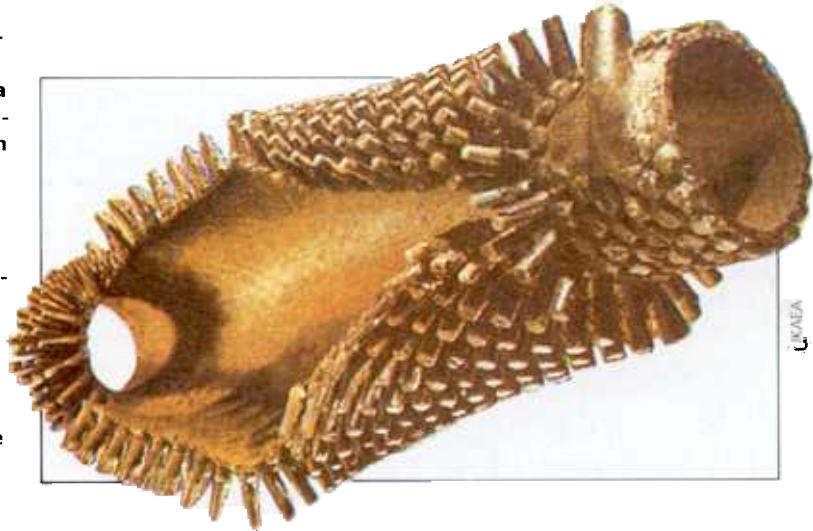




Marshall Cavendish

▶ Cu ajutorul acestui dispozitiv se determină rezistența la tracțiune sau la compresiune a firelor din diferite materiale.

▶ De multe ori este necesară stabilirea cauzei în urma căreia se distruge o piesă de mașină. Această conductă este supusă unei analize microscopice pentru a stabili cauza cedării sale.



L. VALLA

chimică între ele, și dintr-un punct de vedere au proprietăți superioare componentelor luate separat. De cele mai multe ori, proprietatea îmbunătățită la materialele compozite este rezistența. Și betonul armat este un material compozit. Pe scară mai mică se folosesc fibre subțiri din materiale cu o rezistență la tracțiune foarte mare. Fibra de sticlă – ca și firul de pânjen – are o rezistență la tracțiune mult mai mare decât firele de oțel. Din păcate, la o solicitare mică de altă natură, de exemplu la o zgârietură aplicată pe suprafața fibrei, aceasta se rupe imediat. De aceea, sunt înglobate în rășini

epoxidice sau în poliesteri, în scopul de a se putea utiliza marea lor rezistență la tracțiune. Rășina ocrotește fibra de sticlă de zgârieturi și astfel aceasta păstrează o rezistență mai mare.

Carbonul și ceramica

Dintre materialele din care se execută fibre cu rezistență mare la tracțiune amintim grafitul (o formă alotropică a carbonului) și multe materiale ceramice tari și rigide, de exemplu carbura de siliciu, carbura de bor și oxidul de aluminiu cunoscute sub denumirea de alumină. Nu numai materialele artificiale pot fi compozite; lemnul de

der. Ca atare, rezistența lui la tensiunile generate de vânt, cutremure și la cele produse de vibrații, este mică. De aceea, pentru mărirea rezistenței la tracțiune, betonul se consolidează cu fibre de oțel – acesta fiind betonul armat.

Betonul precomprimat este varianta îmbunătățită a betonului armat. Aici fibrele de oțel (oțel beton) sunt întinse înaintea turnării betonului. După întărirea betonului se anulează forța de întindere a firelor, acesta tinzând să-și recapete lungimea inițială. Dar când fibrele de oțel sunt încastrate solid în beton nu mai pot să se contracte. De aceea fibrele exercită o forță de compresiune asupra betonului.

Când acest element de beton comprimat este solicitat de o forță de tracțiune, aceasta trebuie să învingă întâi forța de comprimare generată de firele de oțel. Aceasta este explicația faptului că betonul precomprimat rezistă bine atât la tensiuni de întindere cât și la cele de compresiune.

Alte tipuri de betoane se întăresc prin post-comprimare. Se introduc armături metalice în canalele prevăzute în blocurile de beton, iar după întărirea acestuia, armăturile se întind. După terminarea operației de întindere armătura supune blocul de beton la o tensiune de compresiune foarte mare, conferindu-i astfel o rezistență mare și la întindere.

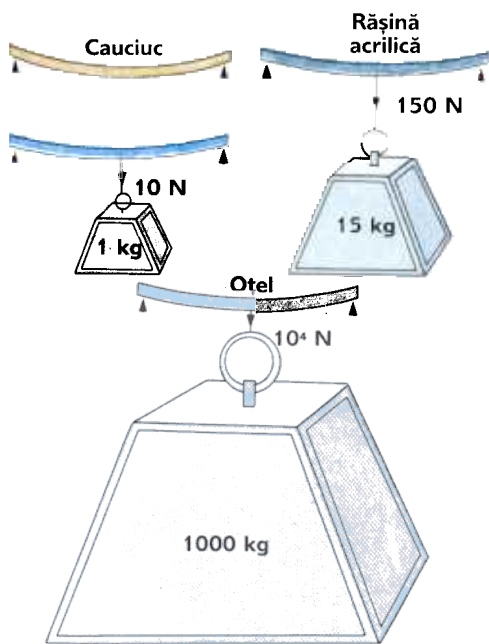
Materialele compozite

Materialele compozite sunt produse din două sau mai multe materiale diferite, fără reacție

▶ Acest avion se pregătea de aterizare, când s-a lovit de rambleul unei autostrăzi și s-a rupt. Structura lui a fost astfel proiectată, încât să reziste la sarcini mai mari, decât cele ce apar în timpul zborului în condiții normale dar pentru conferirea structurii sale o asemenea rezistență încât să suporte impactul îl făcea atât de grea încât devenea inapt pentru zbor.

Rock Features





lul. Dacă tensiunea dispare, atomii se rearanjează în pozițiile avute inițial, și metalul se contractă, ia forma sa inițială. La încărcare peste limita de elasticitate unele metale suferă o deformare permanentă, adică după dispariția încărcării nu mai revin la forma lor inițială. În structura cristalină a acestor metale se găsesc foarte multe defecte ale rețelei, denumite dislocații, atomi lipsă sau atomi interstițiali. Dislocațiile se formează ori în timpul solidificării, a cristalizării metalului topit, ori în cazul în care în masa metalului apar tensiuni mecanice mari. Dislocațiile slăbesc structura cristalină a metalului, și acesta se va deforma și în urma unor tensiuni mai mici.

Tensiunile aplicate metalelor sub limita de elasticitate fac să alunece între ele straturile de

⦿ **Aceste patru bare de aceleași dimensiuni s-au executat din materiale diferite, și ele trebuie încărcate cu sarcini diferite pentru a avea aceeași deformare.**

Marshall Cavendish



Free Image Bank

exemplu este un material compozit natural. Este format din fibre rezistente și elastice de celuloză legate între ele de lignina care este mai dură și mai rigidă și conferă lemnului rigiditate.

Structura materialelor

Rezistența materialului depinde de structura sa internă. Metalele solide au o structură cristalină, și o asemenea structură o au multe alte materiale solide: atomii, ionii, sau moleculele lor sunt ordonate în rețele. Rezistența lor depinde de construcția rețelei, de modul de aranjare a particulelor și de modul de legătură existent între aceste particule.

Există materiale solide care nu au o structură cristalină; un exemplu este cauciucul, care este constituit din molecule în lanț. În timpul procesului denumit vulcanizare, în masa de cauciuc se introduce sulf, care, ca o punte, leagă între ele moleculele în lanț, creând astfel o plasă spațială. Aceste punți de sulf, denumite legături chimice transversale, conferă cauciucului duritatea, rezistența și elasticitatea necesară.

Dislocațiile

Când metalele sunt solicitate în limita de elasticitate, atomii lor se distanțează puțin unul față de celălalt: din această cauză se întinde materia-

⦿ **În fotografie oțelul este rectificat cu un disc abraziv având o rotație mare. Aceste discuri sunt executate din materiale foarte dure înglobate într-un liant, de exemplu granule de oxid de aluminiu sintetizate.**

⦿ **Pentru studierea diferitelor straturi de roci prin forare se prelevează din ele un miez (probă cilindrică de adâncime). Capul de forare este executat din diamant, o formă alotropică foarte dură a carbonului. Rețeaua cristalină a diamantului conferă acestuia o duritate mare și o rezistență ridicată la deformații.**



Atlas Copco Craeilins

atomi. Cu cât sunt mai multe dislocații în masa metalului, cu atât se poate modela și remodela mai ușor la forma dorită prin forjare, laminare sau trefilare.

Dacă metalul se deformează, dislocațiile existente se vor mișca pe limita straturilor de atomi ce glisează între ele. Prin împiedicarea acestor deplasări metalele pot câștiga în duritate și rezistență.

Structuri cristaline

Mișcarea dislocațiilor poate fi împiedicată în mai multe feluri. După prima metodă, în procesul de fabricație, solidificarea metalului trebuie astfel dirijată, încât masa metalului să fie constituită din foarte multe cristale mici. Cu cât numărul cristalelor este mai mare, cu atât este mai mare suprafața grăniței intercristaline, și aceste granițe împiedică mișcarea dislocațiilor în masa metalului. În acest scop se pot utiliza atomii altor metale: din această cauză sunt mai dure și mai rezistente aliajele decât elementele de aliere din care se compun.

După o altă metodă metalul se expune unei tensiuni: pentru a crea în masa lui cât mai multe dislocații, deoarece acestea în mișcarea lor se vor contracara reciproc. Și metodele tradiționale de prelucrare a metalelor au un efect asemănător; durificarea astfel obținută se numește durificare prin prelucrare, sau ecruisare. În materialele asemănătoare sticlei și ceramicii nu există dislocații mobile, acestea spărgându-se foarte ușor la o tensiune ce depășește limita elasticității specifice.

Oboseala materialelor

Acest defect apare în cazul în care o componentă metalică este expusă unei sarcini de lungă durată. Dislocațiile se vor mișca către regiunea tensionată a piesei și se contracarează reciproc în mișcarea lor. Din această cauză materialul devine mai rigid și vor apare crăpături care se vor extinde pe secțiunea totală a piesei respective și în final aceasta se va rupe. Pentru evitarea accidentelor, piesele componente ale avioanelor sunt verificate periodic, urmărindu-se dacă materialul lor nu este oboșit.