

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

## Solicitări. Tipuri de solicitări

Structurile de construcții în general au rolul de a prelua solicitările din exploatare și de a le transmite prin intermediul fundațiilor la terenul de fundare.

Capacitatea materialelor de construcții de a se opune acțiunilor exterioare de natură mecanică, este dată de **proprietățile mecanice** ale acestora.

**Proprietățile mecanice** ale materialelor sunt determinate de structura materialelor (natura și dispunerea particulelor constituente, tipurile de legături interparticulare și numărul lor pe unitate de volum etc.), de eventualele defecte ale structurii (pori, microfisuri etc.), de stări de tensiune internă etc.

Forțele exterioare ce pot acționa asupra structurilor de construcții poartă denumirea de **încărcări, sarcini, solicitări sau acțiuni**.

## **COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII LA SOLICITARI MECANICE**

În funcție de modul de acțiune, încărcările pot fi:

- 1. încărcări permanente** – acționează continuu, cu o intensitate constantă –  
Ex: greutatea proprie a elementelor de construcții, greutatea pământului, împingerea pământului etc.
- 2. încărcări temporare** – acțiunea variază sensibil în timp sau pot lipsi în anumite intervale de timp:
  - - **încărcări cvasipermanente** – se aplică cu intensități ridicate pe durate lungi sau în mod frecvent(încărcări în biblioteci, arhive, depozite, elemente de construcție nestructurale etc.)
  - - **încărcări variabile** – intensitatea lor variază cu timpul sau poate fi nulă perioade lungi de timp(încărcări din greutatea oamenilor, a mobilei și aparaturii, încărcări climatice, încărcări din poduri rulante,etc.)
- 3. încărcări excepționale** – apar foarte rar sau niciodată la intensități foarte mari– Ex.: cutremure, inundații etc.

După modul cum sunt distribuite:

- - **încărcări uniform distribuite**, sau cu o anumită lege de distribuție
- - **încărcări concentrate**

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE



După modul de variație în timp al încărcării, solicitările pot fi de mai multe tipuri, astfel sunt:

- **solicitări statice** – care sunt produse de forțe exterioare ce cresc continuu, dar lent, de la zero la o valoare maximă unde se menține un timp determinat
- **solicitări dinamice** – sunt produse de forțe exterioare care acționează brusc, cu toată intensitatea ei (sub formă de șoc)
- **solicitări ciclice** – sunt produse de forțe exterioare a căror intensitate variază sinusoidal

**Proprietățile mecanice** ale unui material pot fi apreciate prin **rezistența la rupere**, care reprezintă sarcina maximă la care materialul se rupe, sau se distruge.

Dacă asupra unui corp se acționează cu o forță exterioară și deplasarea pe direcția forței este blocată, corpul se va deforma.

Deformarea corpului este determinată de deplasări relative între unitățile structurale. Modificarea distanțelor dintre unitățile structurale față de distanța de echilibru  $d_0$ , face să se modifice starea energetică a structurii (să crească), astfel încât în structură apar forțe interne  $f$  care se opun tendinței de deformare.

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

**Forța internă( $f$ )** care ia naștere într-un corp, într-un anumit punct, ca răspuns al structurii la acțiunea forțelor externe ( $F$ ), poartă denumirea de **efort unitar sau tensiune internă**.

Efortul unitar se poate calcula.....

Analiza efectelor acestor eforturi se face prin descompunerea lor într-o componentă în planul secțiunii, care reprezintă **efortul unitar tangențial()** și o componentă perpendiculară pe planul secțiunii, care reprezintă **efortul unitar normal()**:

- **efectul efortului unitar tangențial()** este de a împiedica alunecarea relativă a secțiunilor și se manifestă ca o forță de forfecare
- **efectul efortului unitar normal()** este de a împiedica depărtarea sau apropierea secțiunilor, după cum solicitările sunt de **întindere sau compresiune**

Pentru stabilirea caracteristicii de rezistență a unui material, se confecționează din acesta probe cu forme și dimensiuni standardizate, probe ce poartă denumirea de **corpuri de probă sau epruvete**.

Când nu există posibilitatea confecționării corpurilor de probă, rezistențele sunt determinate prin încercări pe probe extrase din elementele de construcții – **carote**, la care se dorește certificarea acestora pe diverse considerente.

Încercările mecanice sunt realizate cu aparate speciale – **mașini de încercat**, care au în componență un dispozitiv de prindere al probei, un dispozitiv de generare a forței de încercare și un dispozitiv de înregistrare a forței de încercare.

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

## Încercarea la compresiune a materialelor

*Încercările mecanice sunt încercări prin care epruvetele sunt supuse la acțiuni mecanice exterioare până când acestea se rup.*

Pentru ca încercările mecanice să fie valabile, trebuie să respecte **principiile de încercare** care au fost deja prezentate:

- solicitarea să fie simplă, simetrică față de suprafața încercată și ușor de repetat,
- direcția de încercare față de epruvetă să fie conformă cu ipotezele de încercare,
- durata încercării să fie clar precizată,
- elementele de calcul vor admite aproximări generate de greutăți de apreciere a unor parametri la un moment dat.

*Rezistența la compresiune,  $R_c$ , este egală cu forța maximă de rupere  $F_{max}$  aferentă pe unitatea de suprafață  $A$ .*

*Mașina de încercat pentru determinarea rezistenței la compresiune, este **presa hidraulică**. În funcție de natura materialului de încercat, epruvetele vor avea forme și dimensiuni diferite.*

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

Pentru materiale de aceeași natură, rezistența la compresiune depinde de o serie de factori, precum:

- caracteristicile corpurilor de probă - forma, dimensiunile și starea suprafeței epruvetei (care trebuie să fie plane și paralele),
- parametrii de încercare – durata de încercare, viteza de încercare etc.

Acești conferă **rezistenței la compresiune un caracter convențional**. Utilizarea epruvetelor de aceeași formă și dimensiuni și respectarea aceluiași condiții de încercare, înlătură toți factorii de variabilitate a rezistențelor, care nu au legătură cu rezistența propriu zisă.

**Forma epruvetelor** utilizate pentru determinarea rezistenței la compresiune poate fi:

- **cubică** – folosite pentru determinarea rezistenței cubice
- **prismatică** – folosite pentru determinarea rezistenței prismatice
- **cilindrică** – folosite pentru determinarea rezistenței cilindrice

Influența formei asupra valorii rezistenței la compresiune

**Influența dimensiunilor geometrice** asupra valorii rezistențelor la compresiune

**Neplaneitatea suprafeței** probei în contact cu platanele preseii hidraulice

**Frecarea** dintre platanele preseii și probă

Valoarea rezistenței la compresiune este influențată și de **viteza de încercare**

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

## Încercarea la întindere a materialelor

Când o probă este supusă la **solicitarea de întindere**, în structura internă cresc forțele de atracție internă, deoarece structura se opune tendinței de depărtare a unităților structurale.

**Atracția internă are o valoare maximă** pentru o anumită distanță interparticulară după care aceasta scade rapid, deoarece prin depășirea stadiului de echilibru între forțele de coeziune internă și forțele externe, se ajunge la pierderea capacității de rezistență a structurii și apariția microfisurilor, unirea lor în fisuri orientate transversal față de direcția solicitării și în final **ruperea materialului**.

Ca valoare, **rezistența la întindere** este mai mică decât rezistența la compresiune, deoarece starea de microfisurare ce se creează prin întindere, nu mai poate permite preluarea în continuare a altor sarcini de întindere.

Rezistența la întindere constituie parametru de proiectare pentru elemente de construcții ce lucrează la întindere – tiranți precum și la elemente de construcții care nu admit fisuri în exploatare – rezervoare.

Pentru determinarea rezistenței la întindere sunt utilizate mai multe variante de încercare:

- 1. încercarea la întindere axială sau pură
- 2. încercarea la întindere din încovoiere
- 3. încercarea la întindere prin despicare

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

## Încercarea la întindere axială

Pentru realizarea încercării probele utilizate au secțiunea transversală circulară sau poligonală, de diverse dimensiuni, iar capetele sunt îngroșate (pentru a permite prinderea în bacurile preseii sau în dispozitivul de încercare), sau pot fi sub formă de brichete.

Forța de întindere se aplică necondiționat în lungul axei probei. Când valoarea efortului unitar produs de forța de întindere  $P$ , ajunge la limita rezistenței la întindere a materialului, apar microfisuri ce se dezvoltă transformându-se în fisuri, iar în final se produce ruperea probei.

*Rezistența la întindere axială* , reprezintă raportul între forța maximă de rupere și aria inițială a secțiunii probei încercate.

Se poate calcula rezistența la întindere axială .....





# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE



## Încercarea la întindere din încovoiere

Această încercare se realizează folosind epruvete sub formă de bare sau grinzi, prismatice.

Pentru efectuarea încercării se utilizează **presa hidraulică** sau dispozitive mecanice construite special pentru acest tip de încercare.

**Deformata** obținută prin solicitarea la încovoiere indică o solicitare complexă.

Având în vedere faptul că de obicei rezistența la întindere este mai mică decât rezistența la compresiune, în momentul în care la partea inferioară efortul unitar ajunge la limita **de rupere**, apar fisuri în zona întinsă care se dezvoltă spre zona comprimată.....deci se reduce secțiunea utilă și se produce ruperea probei.

**Rezistența la întindere din încovoiere**, reprezintă raportul dintre momentul încovoiator  $M$  produs de forța  $F$  ce acționează asupra probei și modulul de rezistență  $W$  al secțiunii probei încercate.

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE



## Încercarea la întindere prin despicare

Această încercare se realizează folosind **epruvete** sub formă de cuburi, cilindri, sau capete de prismă.

Pentru efectuarea încercării se utilizează **presa hidraulică**.

Ca schema de încercare se folosește cea din fig. alăturată: se aplică probei o solicitare de compresiune cu forța  $F$ , uniform distribuită în lungul probei și în planul determinat de cele două fâșii de carton și concentrat în planul secțiunii transversale.

**Cedarea.....** deformațiile transversale nu sunt împiedicate, în corpul epruvetei apar eforturi de întindere pe direcție transversală solicitării și în condițiile depășirii rezistenței la întindere a materialului, se produce ruperea acestuia prin despicare după planul forței de compresiune.

## Încercarea materialelor la solicitări dinamice

**Solicitările dinamice** presupun aplicarea prin șoc a unei încărcări, prin căderea unui corp de masă cunoscută de la o înălțime cunoscută și măsoară energia mecanică necesară distrugerii unei probe.

*Acest tip de solicitări este valabil la elemente de construcții ce suportă în regim de exploatare acțiuni dinamice.*

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE



## *Încercarea la compresiune prin șoc*

*Încercarea la compresiune prin șoc se efectuează pe epruvete de formă cubică, cilindrică sau pe plăci. Proba aleasă pentru încercare se așează pe postamentul mașinii de încercat din fig. alăturată și de la diverse înălțimi  $h$ , cunoscute, se lasă să cadă greutatea  $G$ .*

## *Încercarea la încovoiere prin șoc (reziliența)*

Rezistența la încovoiere prin șoc se determină pe probe de formă prismatică cu secțiune obligatorie de rupere și cu ajutorul unui dispozitiv (pendul) prevăzut cu o articulație mobilă, ciocanul putându-se deplasa pe o traiectorie circulară, conform fig. alăturate.

Pentru o cădere liberă, ciocanul se deplasează din punctul 1 în punctul 1'. Când pe traiectoria ciocanului se interpune proba de încercat așezată pe reazeme conform figurii, ciocanul de greutate  $G$ , lovește proba în zona secțiunii de rupere, rupe proba și se ridică până la punctul 2. Punctul 2 se situează cu atât mai jos cu cât materialul este mai rezistent.

***Rezistența la încovoiere prin șoc,  $K_n$ , reprezintă lucrul mecanic necesar pentru a rupe o probă cu secțiunea  $S$ , prin căderea unei greutăți standardizate  $G$ .***

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII LA SOLICITĂRI MECANICE



## Încercarea la oboseală

*Oboseala elementelor de construcții este produsă de solicitări de mică valoare, dar care se caracterizează prin variația intensității în timp, după o lege bine definită. În cursul unui ciclu efortul unitar variază, ciclurile putând fi **pulsatorii**, **oscilante** sau **alternante**. Chiar dacă valoarea solicitării este sub limita de rupere a materialului, după o anumită perioadă de solicitare dinamică, materialul se rupe la oboseală.*

***Rezistența la oboseală  $R_0$** , reprezintă valoarea efortului unitar către care tinde asimptotic graficul de variație a efortului unitar când numărul de cicluri de încercare crește.*

Indiferent de modul de acțiune al solicitării ciclice – **oscilant**, **pulsatoriu** sau **alternant**, se poate aprecia ca valoare a **rezistenței la oboseală**, valoarea care se poate obține pentru un număr de cicluri de solicitare ciclică ce tind spre o valoare  $n$  și care permite evoluția asimptotică a efortului unitar.

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE



## Duritatea materialelor

*Duritatea este proprietatea materialelor de a se opune modificării formei, prin pătrunderea unui corp dur, nedeformabil, în masa lor.*

Duritatea materialelor este determinată de tipurile de legături interparticulare (atomică, ionică, moleculară) și de simetria legăturilor. Solidele cristaline cu rețea atomică (diamant, carbură de siliciu etc.) sunt cele mai dure materiale, însă cele mai mici durități le prezintă materialele la care legăturile interparticulare sunt moleculare, slabe, de tip Van der Waals.

Duritatea materialelor se determină prin metode standardizate. În acest caz duritatea este apreciată în funcție de mărimea amprenteii.

**Duritatea Brinell (HB)** – se calculează ca raport între forța  $F$  ce acționează asupra bilei din oțel dur de diametru  $D$ , într-o perioadă de timp determinată  $t$  și aria  $A_b$  a amprenteii (calotă sferică de diametru  $=d$  produsă pe suprafața materialului încercat.

# COMPORTAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCTII LA SOLICITARI MECANICE

**Duritatea Vickers(HV)** – se calculează ca și duritatea Brinell prin aplicarea unei forțe  $F$  normate asupra unui penetrator dar nu sub formă de bilă ci sub formă de piramidă cu baza un pătrat și unghiul de vârf de  $136^{\circ}$ , realizat din diamant, raportat la aria suprafeței laterale a amprenteii lăsate pe suprafața probei.

**Duritatea Rocwell** – se apreciază prin adâncimea deformației plastice produse de un penetrator în condiții normate de încercare.

Aprecierea durității materialelor se face pe baza unor **scări convenționale de tip Mohs**(pe această scară de duritate talcul are duritatea 1 iar diamantul 10), care în funcție de caracteristicile zgârieturilor efectuate pe suprafața materialelor dau indicații valorice asupra durității, sau așa cum s-a prezentat anterior prin metode standardizate care se bazează pe amprentarea materialului, între aceste metode de determinare existând corelări de echivalență.

Corelări există și între duritate și alte caracteristici ale materialelor cum ar fi: la duritate mare corespunde rezistență la compresiune mare și caracteristici de deformabilitate reduse, rezistență la oboseală redusă.(ex.: un material dur este fragil).