

CAPITOLUL 5

MATERIALE ȘI PROPRIETĂȚI DE MATERIAL

Etapa imediat următoare după discretizarea modelului constă în declararea materialului (materialelor) din care acesta este construit și atribuirea valorilor proprietăților corespunzătoare, utilizând o serie de comenzi specifice grupate în meniul PROPERTIES.

Această operațiune poate fi efectuată prin două metode:

- Alegerea unui material folosind una din comenzile PICK_MAT

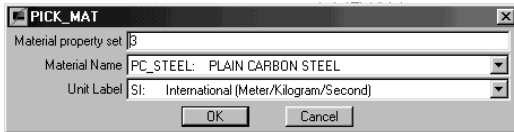


Fig. 5.1

Fereastră activată de comanda PICK_MAT

PICKMAT.lib conține o serie de înregistrări cu materiale (tabelul 5.1) și cu principalele lor caracteristici (tabelul 5.2) în timp ce USERMAT.lib este destinat înregistrărilor făcute de către utilizator. Editarea și modificarea acestor două fișiere poate fi făcută cu orice editor simplu de text (de exemplu NOTEPAD),



Fig. 5.2

Ferestre consecutive activate de comanda MPROP

sau USER_MAT, GEOSTAR dispunând de o bază de date implicită referitoare la materiale formată din două fișiere tip text (PICKMAT.lib și USERMAT.lib).

singura condiție fiind respectarea sintaxei înregistrărilor precedente. În cazul activării acestor comenzi se deschid ferestre de dialog similare (figura 5.1) în care utilizatorul declară eticheta materialului respectiv și îl alege din meniul derulant

corespunzător. Eticheta materialului este identică cu numărul de ordine al acestuia, un model putând fi construit din mai multe materiale. În aceeași fereastră utilizatorul optează și pentru sistemul de unități de măsură folosit.

- Declaraarea proprietăților corespunzătoare folosind comanda MPROP, din meniul PROPSETS.

Această metodă este utilizată atunci când materialul dorit nu se află în baza de date a programului sau sunt necesare caracteristici diferite (câteva exemple sunt prezentate în tabelul 5.3) de cele existente în aceasta. La activarea comenzii se deschid două ferestre de dialog consecutive (figura 5.2), în prima utilizatorul identificând eticheta setului de modelare din care face parte proprietatea respectivă și, prin folosirea unui meniu derulant, alege denumirea acesteia. În cea de-a doua fereastră se introduce valoarea corespunzătoare.

Se remarcă faptul că în această situație GEOSTAR nu folosește unități de măsură, lăsând la latitudinea utilizatorului atât alegerea sistemului corespunzător cât și asigurarea corelării valorilor tuturor caracteristicilor modelului introduse (geometrice și de material)

Tab.5.1.

MATERIALE CONȚINUTE ÎN PICK_MAT.lib

COD MATERIAL	DENUMIRE MATERIAL	COD MATERIAL	DENUMIRE MATERIAL
0	1	2	3
AIR	Aer pur	MC IRON	Fonta maleabilă
A_STEEL	Oțel aliat	MN_BRONZE	Bronz cu magneziu
ACRYLIC	Acrilat	MOLYBDEN	Molibden pur
ALUMINUM	Aluminiu pur	MONEL	Monel 400
AL_1345	Aliaj de aluminiu 1345	NICKEL	Nickel
AL_1350	Aliaj de aluminiu 1350	D_NICKEL	Duranickel 301
AL_2014	Aliaj de aluminiu 2014	NYLON	Nailon 6/10
AL_2018	Aliaj de aluminiu 2018	PC_STEEL	Oțel carbon
AL_2024	Aliaj de aluminiu 2024	PORCELAIN	Porțelan
AL_3003	Aliaj de aluminiu 3003	RUBBER	Cauciuc
AL_6061	Aliaj de aluminiu 6061	SILVER	Argint pur
AL_7079	Aliaj de aluminiu 7079	STEEL	Oțel
AL_BRONZE	Bronz cu aluminiu	ST_1020	Oțel AISI C1020 (forjat)

0	1	2	3
BRASS	Alamă	ST_304	Oțel AISI 304 (tablă)
BRONZE	Bronz	ST_ST	Oțel inoxidabil
CA_STEEL	Oțel aliat turnat	T_BRONZE	Aliaj pentru lagăre pe bază de bronz
COBALT	Cobalt	TITANIUM	Titan pur
COPPER	Cupru pur	TUNGSTEN	Tungsten pur
CS_STEEL	Oțel inoxidabil turnat	VANADIUM	Vanadiu pur
GC_IRON	Fontă cenușie	WATER	Apă pură
GLASS	Sticlă	W_COPPER	Cupru forjat
GOLD	Aur pur	WS_STEEL	Oțel inoxidabil forjat
IRON	Fier	ZIRCONIUM	Zirconiu pur
LEAD	Plumb pur		
MAGNES	Aliaj de magneziu (forjat sau turnat)		

Tab.5.2.

**CARACTERISTICI ALE MATERIALELOR
CONȚINUTE ÎN PICK_MAT.lib**

Cod	Denumire proprietate
EX	Modulul de elasticitate longitudinal (față de prima direcție principală)
NUXY	Coefficientul lui Poisson (deformația pe cea de-a doua direcție principală față de cea de pe prima direcție principală)
GXY	Modulul de elasticitate transversală (raportat la primele două direcții principale)
ALPX	Coefficientul de dilatare termică pe prima direcție principală
DENS	Densitatea masică
KX	Conductivitatea termică pe direcția X a sistemului implicit de referință
C	Căldura specifică la presiune constantă

Tab.5.3.

**CARACTERISTICI ALE MATERIALELOR
DECLARABILE PRIN INTERMEDIUL COMENZII MPROP**

Cod	Denumire proprietate
ALPY, ALPZ	Coeficientul de dilatare termică pe cea de-a doua, respectiv a treia direcție principală
CREEPC, CREEPTC	Constantele expresiei legii clasice de fluaj (trei valori)
CREEPX	Constantele expresiei legii exponențiale de fluaj (șapte valori)
DAMP	Coeficientul de amortizare al materialului
ETAN	Modulul tangențial
EY, EZ	Modulul de elasticitate longitudinal (pentru direcții principale)
FRCANG	Unghiul de frecare
GXZ, GZY	Modulul de elasticitate transversală
K1... K8	Module de elasticitate volumică
KY, KZ	Conductivitatea termică pe celelalte două direcții principale
NUXZ, NUZY	Coeficientul lui Poisson (pentru două direcții principale)
SIGXC, SIGYC	Rezistența la compresiune pe direcțiile principale
SIGXYC	Rezistența la compresiune tangențială
SIGXT	Rezistența la tracțiune pe prima direcție principală
SIGXYT	Rezistența la compresiune tangențială, într-un plan definit de primele două direcții principale
VISC	Vâscozitatea dinamică
SIGYLD	Tensiunea limită de curgere
MOONEY_A (...F)	Constantelor modelului Mooney_Rivlin (materiale hiperelastice)
ALPH1 (...4), MU1 (...4)	Coeficienții și constantele modelului Ogden (materiale hiperelastice)

COSMOS/M poate trata materiale care lucrează într-unul din domeniile: elastic, plastic sau vâsco-elastic. Aceste materiale pot avea atât o comportare liniară în domeniul de solicitare (caracteristicile materialului nu se modifică funcție de încărcări, temperatură sau durată de funcționare) cât și comportare neliniară (în timpul funcționării caracteristicile materialului se modifică).

5.1. Materiale de tip elastic

5.1.1. Materiale elastice cu comportare liniară

Din această categorie fac parte materiale pentru care se consideră că deplasările variază liniar cu încărcările aplicate, modelul revenind după dispariția încărcărilor la dimensiunile inițiale (figura 5.3). Această ipoteză este valabilă pentru cazurile când deplasările sunt mici (nu se depășesc limitele domeniului elastic corespunzătoare materialului respectiv).

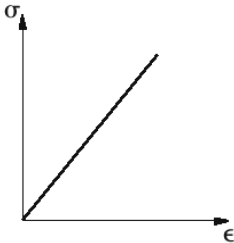


Fig. 5.3

Dependenta tensiune - deformație pentru materiale liniar elastice

Materialele elastice cu comportare liniară declarabile în COSMOS/M se împart în trei categorii: izotropice (caracteristicile lor mecanice nu depind de direcție de măsurare), ortotropice (caracteristicile mecanice au valori maxime pe două direcții

perpendiculare între ele), anizotropice (caracteristicile mecanice au valori diferite pe cele trei direcții principale).

În cazul utilizării acestor materiale, în comanda EGROU la definirea tipului de material (opțiunea nr.5), se va alege varianta: LINEAR ELASTIC.

5.1.2. Materiale elastice cu comportare neliniară

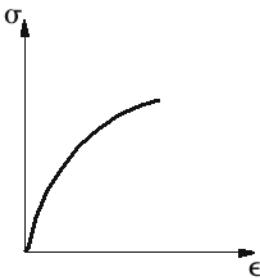


Fig. 5.4

Dependenta tensiune - deformație pentru materiale elastice neliniare

Se consideră a fi materiale a căror caracteristici mecanice (modulul de elasticitate) variază funcție de diferiți parametri (mărima încărcărilor, temperatură, durată de funcționare etc.) după o lege liniară sau neliniară (figura 5.4). Materialul este totuși elastic, după dispariția încărcării modelul revenind la dimensiunile inițiale.

Pentru declararea proprietăților acestor tipuri de materiale se utilizează combinații corespunzătoare ale comenzilor MPCTYP (cu opțiunea ELASTIC), MPC și

CURDEF, prezentate în paragrafele următoare, opțiunile fiind coerente cu varianta indicată la opțiunea nr.5 (pentru tipul de material) din comanda EGROUP (NONLINEAR ELASTIC).

5.1.3. Materiale hiperelastice

În această categorie sunt cuprinse materiale izotropice caracterizate prin grad mare de deformație. După comportarea acestora la compresiune ele pot fi incompresibile sau compresibile.

Pentru tratarea materialelor de tip incompresibile (cum ar fi cauciucul, de exemplu) COSMOS/M poate utiliza două modele matematice: modelul Mooney-Rivlin (ecuație 5.1) și modelul Ogden (ecuația 5.2).

$$w = A(I-3) + B(II-3) + (0,5A + B)\left(\frac{1}{II^2} - 1\right) + \frac{[A(5\nu - 2) + B(II\nu - 5)]}{2(I-2\nu)}(III-1)^2 + C(I-3)(II-3) + D(I-3)^2 + E(II-3)^2 + F(I-3)^3 \quad (5.1)$$

unde:

w - densitatea de energie de deformație;
I, II, III - invarianții tensorului Cauchy-Green al deformațiilor;

A, B, C, D, E, F - constante de material;
ν - coeficientul lui Poisson.

$$w = \sum_{k=1}^N \mu_k \left(\frac{(\lambda_1)^{\alpha_k} + (\lambda_2)^{\alpha_k} + (\lambda_3)^{\alpha_k} - 3}{\alpha_k} \right) \quad (5.2)$$

unde:

w - densitatea de energie de deformație;
λ_i - deformațiile principale;
α_i, μ_i - constante de material;
N - numărul de termeni.

În ambele variante utilizatorul trebuie să furnizeze valorile constantelor corespunzătoare (A,B,C,D,E,F pentru modelul Mooney-Rivlin, respectiv α_{1...α₄} și μ_{1...μ₄}) cu ajutorul comenzii MPROP. De remarcat că

în aceste cazuri valorile coeficientului lui Poisson trebuie să fie $\nu = 0,499 \div \nu = 0,4999$. Pentru tratarea materialelor de tip incompresibil (spuma poliuretanică, de exemplu) se utilizează modelul Blatz-Ko (ecuația 5.3).

$$w = \frac{E}{4(1+\nu)} \left(\frac{I_2}{I_3} + 2\sqrt{I_3 - 5} \right) \quad (5.3)$$

unde:

- w - densitatea de energie de deformație;
- I_i - invarianții tensorului Cauchy-Green al deformațiilor;
- E - modulul de elasticitate longitudinal;
- ν - coeficientul lui Poisson.

În cazul materialelor descrise de modelul Blatz-Ko valoarea coeficientului lui Poisson trebuie să fie $\nu = 0,25$

Pentru declararea materialelor de acest tip se utilizează combinații ale comenzilor MPCTYP (cu opțiunile MR respectiv OG) și MPC, prezentate în paragrafele următoare, opțiunile fiind coerente cu varianta indicată la opțiunea nr.5 (pentru tipul de material) din comanda EGROUP (MOONEY-RIVLIN, OGDEN HYPERELASTIC respectiv BLATZ-KO).

5.2. Materiale de tip plastic

Această categorie cuprinde materiale care lucrează în domeniul plastic, după dispariția încărcărilor modelul rămânând cu deformații permanente. În tratarea acestor materiale principala problemă constă în determinarea momentului când intervine curgerea materialului, pentru aceasta fiind disponibile mai multe criterii:

- Criteriul von Mises, considerând drept criteriu de curgere ecuația 5.4, folosit pentru descrierea comportării plastice a materialelor metalice.

$$\sqrt{3\bar{\sigma}} - \sigma_y = 0 \quad (5.4)$$

unde:

$\bar{\sigma}$ - valoarea efectivă a tensiunii mecanice;

σ_y - valoarea tensiunii limită de curgere.

- Criteriul Drucker-Prager, considerând drept criteriu de curgere ecuația 5.5, folosit pentru descrierea comportării plastice a materialelor granulare (nisip, soluri granuloase etc.).

$$3\alpha\sigma_m + \bar{\sigma} - k = 0 \quad (5.5)$$

unde:

$\bar{\sigma}$ - valoarea efectivă a tensiunii mecanice;

σ_m - valoarea medie a tensiunii mecanice;

α, k - constante de material (dependente de unghiul de frecare internă și coeficientul de coeziune)

- Criteriul Tresca-Saint Venant, considerând drept criteriu de curgere ecuația 5.6, folosit pentru descrierea comportării plastice a materialelor metalice. Față de modelul von Mises, în cazul modelului Tresca-Saint Venant curgerea intervine la valori mai mici ale tensiunii mecanice (în cazul forfecării pure la circa 87% din valoarea corespunzătoare modelului von Mises). Pentru stările uniaxiale și plane de tensiuni cele două criterii sunt echivalente.

$$\begin{aligned} |\sigma_2 - \sigma_3| &\geq \sigma_y \\ |\sigma_3 - \sigma_1| &\geq \sigma_y \\ |\sigma_1 - \sigma_2| &\geq \sigma_y \end{aligned} \quad (5.6)$$

unde:

σ_i - tensiunile mecanice pe cele trei direcții principale;

σ_y - valoare tensiunii limită de curgere.

Se consideră că dacă cel puțin una dintre inegalitățile 5.6 devine egalitate s-a atins punctul de curgere pentru material.

Pentru declararea materialelor de acest tip se utilizează combinații ale comenzilor MPCTYP (cu opțiunea PLASTIC) și MPC, prezentate în paragrafele următoare, opțiunile fiind coerente cu varianta indicată la

opțiunea nr.5 (pentru tipul de material) din comanda EGROUP (von MISES, DRUCKER-PRAGER, TRESCA PLASTICITY).

5.3. Materiale de tip vâsco-elastic

În această categorie sunt incluse atât materialele supuse fluajului cât și cele care lucrează în domeniul vâsco-elastic.

Pentru materialele supuse la fluaj COSMOS/M utilizează două modele matematice, care exprimă valoarea deformației de fluaj funcție de tensiunea aplicată și timp, și anume: modelul clasic (ecuația 5.7) și modelul exponențial (ecuația 5.8).

$$\varepsilon^c = C_0 \sigma^{C_1} t^{C_2} e^{\left(\frac{-C_T}{T}\right)} \quad (5.7)$$

unde:

- ε - deformația de fluaj;
- T - temperatura de fluaj;
- t - timpul;
- C_0, C_1, C_2, C_T - constante de material.

$$\varepsilon^c = C_0 e^{(C_1 \sigma)} \left[1 - e^{-\left(C_2 \left(\frac{\sigma}{C_3} \right)^{C_4} t \right)} \right] + C_5 e^{(C_6 \sigma) t} \quad (5.8)$$

unde:

- ε - deformația de fluaj;
- T - temperatura de fluaj;
- t - timpul;
- $C_0, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ - constante de material.

Pentru tratarea materialelor care lucrează în domeniul vâsco-elastic este utilizat un model liniar și anume modelul generalizat al lui Maxwell (ecuația 5.9).

$$\sigma(t) = \int_0^t 2G(t-\tau) \frac{\partial \phi}{\partial \tau} \partial \tau + 1 \int_0^t K(t-\tau) \frac{\partial \varphi}{\partial \tau} \partial \tau \quad (5.9)$$

unde:

$\sigma(t)$ - valoarea tensiunii mecanice la momentul t ;

$G(t-\tau)$, $K(t-\tau)$ - funcții care descriu variațiile modulelor de elasticitate transversal, respectiv volumic;

ϕ , φ - funcții care descriu variațiile deformațiilor tangențiale și volumice;

t - timpul;

τ - timpul de relaxare.

În cazul utilizării materialelor supuse la fluaj este necesară declararea de către utilizator (folosind comanda MPROP) a constantelor corespunzătoare modelului ales (C_T , $C1_{-6}$), în comanda EGROU fiind activată opțiunea de fluaj (opțiunea nr.7).

În cazul utilizării materialelor vâsco-elastice valorile constantelor corespunzătoare se declară folosind combinații ale comenzilor MPCTYP (cu opțiunea VE) și MPC, prezentate în paragrafele următoare, opțiunile fiind coerente cu variantele indicate la opțiunea nr.5 (pentru tipul de material) din comanda EGROU (VISCOELASTIC MATERIAL).

5.4. Declararea proprietăților de material influențate de temperatură sau durată de funcționare

În acest scop se utilizează comanda CURDEF, amplasată în meniul menționat anterior (LOADSBC - FUNCTION_CURVE - TIME/TEMP CURVE). Comanda permite declararea unor variații ale proprietăților de material, funcție de temperatura modelului sau a timpului de funcționare, variație ce poate fi definită sub forma unei curbe în coordonate corespunzătoare. Definirea efectivă curbei se face prin introducerea coordonatelor unor puncte situate pe curba respectivă.

La activarea comenzii se deschid o serie de ferestre consecutive (figura 5.5) în care utilizatorul trebuie să introducă tipul curbei de definiție (prin alegerea acestuia dintr-un meniu derulant), eticheta curbei respective, modul de introducere a punctelor de pe curbă (introducere directă sau citire dintr-un fișier tip text) și valorile coordonatelor punctelor (funcție de tipul curbei).

Pentru aplicarea variației definite de curba creată asupra proprietății de material respective, aceasta din urmă trebuie declarată imediat după definirea curbei.

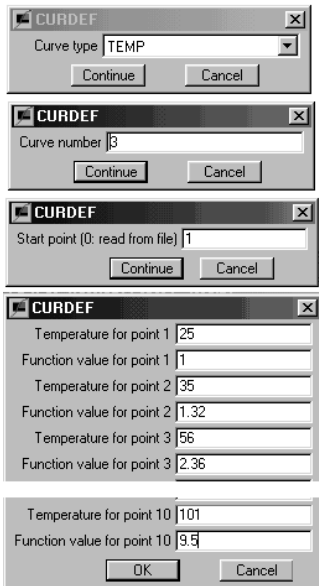


Fig. 5.5

Ferestre consecutive activate de comanda CURDEF

De remarcat faptul că, odată definită o curbă cu ajutorul comenzii CURDEF, aceasta devine implicit activă, toate proprietățile declarate după aceasta fiind automat modificate corespunzător.

Anularea efectului curbei de variație asupra proprietăților de material nou definite se face prin dezactivarea acestora cu ajutorul comenzii ACTSET din meniul CONTROL - ACTIVATE.

Utilizarea comenzii ACTSET permite activarea sau dezactivarea unui set de modelare (tip de elemente finite asociate, material, sisteme de referință etc.) respectiv a curbilor de variație, definite anterior, în funcție de necesitățile impuse de declararea

proprietăților de material corespunzătoare.

La acționarea comenzii se deschid două ferestre consecutive de dialog (figura 5.6) în prima stabilindu-se tipul de set (folosind o listă derulantă în care sunt specificate seturile recunoscute) iar în cea de-a doua

eticheta setului respectiv. Pentru dezactivarea unui set, respectiv a unei curbe de variație, se introduce în cea de-a doua fereastră numărul 0.

Comanda poate fi folosită pentru activarea sau dezactivare și a altor componente ale setului cum ar fi: materiale, sisteme de referință, elemente finite etc.

Valoric, COSMOSM calculează produsul dintre valoarea declarată a proprietății legate de o curbă de variație și valoarea funcției în punctul respectiv, pentru fiecare punct de pe curbă. Din acest punct de vedere există două posibilități de introducerea a unei proprietăți de material legate de o curbă de variație:

- valorile numerice corespunzătoare proprietății respective se introduc pe curba de variație, în comanda de declarare a proprietății fiind introdus un factor unitar;

- valoarea inițială a proprietății respective este introdusă în comanda de declarare a acesteia, pe curba de variație fiind introduse valorile unor coeficienți corespunzători de corecție ai valorii inițiale.

Punctele definite pe curba de variație trebuie

ordonate crescător după variabila independentă.

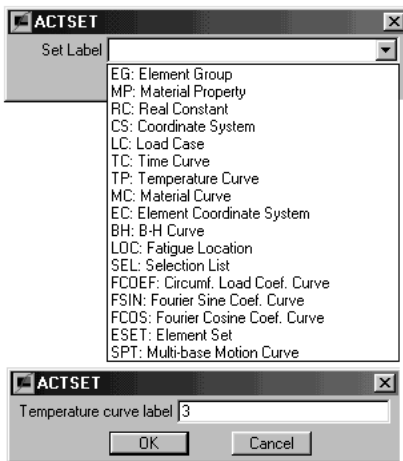


Fig. 5.6

Ferestre consecutive activate de comanda ACTSET

5.5. Declararea proprietăților de material influențate de încărcări

Sub acțiunea sarcinilor materialele se pot comporta diferit, unul din aspectele neliniar elastic, plastic sau vâscos fiind preponderent. Pentru stabilirea tipului comportamentului materialului este prevăzută comanda MPCTYP, situată în submeniul FUNCTION_CURVE din meniul LOADSBC (LOADSBC - FUNCTION_CURVE - MATERIAL CURVE

TYPE). Această comandă permite declararea constantelor corespunzătoare ecuațiilor matematice utilizate pentru modelarea comportamentului respectiv.

La activarea comenzii se deschide o serie ferestre consecutive de dialog, în prima utilizatorul identificând domeniul de comportare (cu ajutorul unui meniu derulant, figura 5.7) iar în cea de-a doua introducând valorile corespunzătoare ale constantelor. În funcție de tipul de comportament ales cea de-a doua fereastră poate lipsi (pentru domeniul elastic, respectiv plastic).

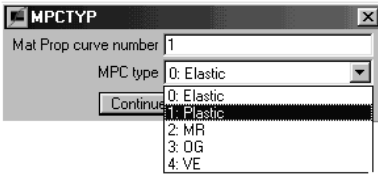


Fig. 5.7

Fereastră activată de comanda MPCTYP

Opțiunile de stabilire a domeniului de comportare a materialului introduse cu ajutorul comenzii MPCTYP trebuie să fie corelate cu tipul de material stabilit în opțiunea nr.5 (referitoare la material) impusă de comanda EGROUP.

După stabilirea tipului de comportare a materialului, pentru definirea efectivă a acesteia, se folosește comanda MPC, situată în submeniul FUNCTION_CURVE din meniul LOADSBC (LOADSBC - FUNCTION_CURVE - MATERIAL_CURVE). Această comandă permite introducerea de către utilizator a valorilor coordonatelor punctelor situate pe curba tensiune - deformare corespunzătoare materialului respectiv, valori stabilite în prealabil prin încercări mecanice corespunzătoare.

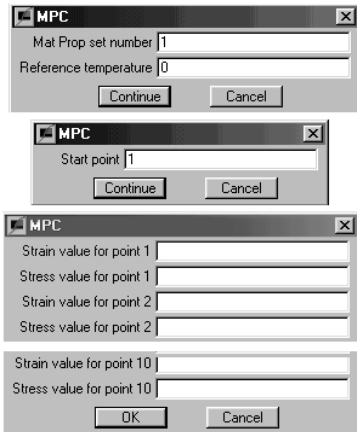


Fig. 5.8

Ferestre consecutive activate de comanda MPC

La activarea comenzii se deschid o serie de ferestre consecutive de dialog (figura 5.8), în prima dintre acestea utilizatorul indicând eticheta setului de modelare corespunzător și temperatura de referință iar în celelalte introducând punctul de început și, respectiv, valorile

coordonatelor punctelor de pe curba tensiune - deformație. Comanda trebuie executată imediat după comanda MPCTYP.

Pentru comportarea plastică, pe porțiunea de curbă dintre origine și punctul corespunzător curgerii se consideră că materialul se comportă liniar elastic.

5.6. Vizualizarea curbelor de variație a proprietăților materialelor

Curbele de variație definite cu ajutorul comenzii CURDEF pot fi vizualizate cu ajutorul unor comenzi amplasate în meniul DISPLAY submeniul XY_PLOTS. Aceste comenzi permit afișarea pe ecran, sub forma unui grafic bidimensional, a diferitelor informații fie introduse de utilizator, fie obținute în urma rulării analizei cu element finit. Afișarea unui grafic presupune parcurgerea a trei etape consecutive: încărcarea datelor în buffer-ul programului, stabilirea opțiunilor de afișare și afișarea graficului.

5.6.1. Încărcarea datelor în buffer

Pentru încărcarea datelor corespunzătoare unui grafic în buffer (activarea graficului) este utilizată comanda ACTXYPRE - dacă este vorba de date achiziționate în timpul pre-procesării, ACTXYPOST - dacă este vorba de date achiziționate timpul post-procesării sau comanda

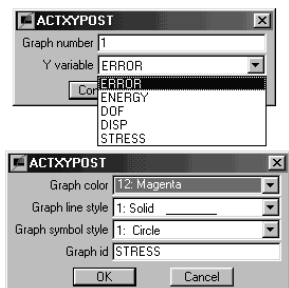


Fig. 5.9

Ferestre consecutive activate de comanda ACTXYPOST

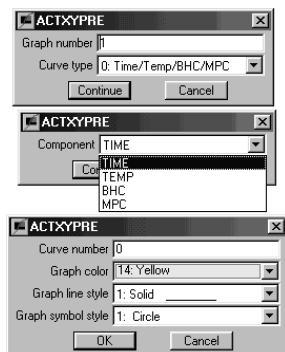


Fig. 5.10

Ferestre consecutive activate de comanda ACTXYPRE

ACTXYUSR - dacă este vorba de date externe, cuprinse într-un fișier tip text. Comenzile activează o serie de ferestre asemănătoare (figura 5.9 - 5.11) în care utilizatorul optează pentru numărul curent al graficului și tipul de curbă (comenzile ACTXYPRE și ACTXYPOST) respectiv pentru fișierul care conține datele corespunzătoare (comanda ACTXYUSR).

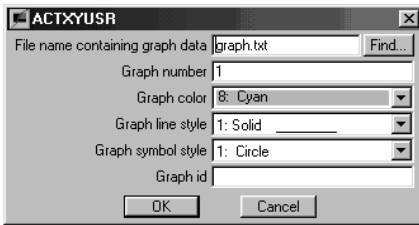


Fig. 5.11

Fereastră activată de comanda ACTXYUSR

multor grafice trebuie indicate valori

Se poate alege atât tipul de linie și simbol folosite pentru trasarea graficului cât și culoarea acesteia.

De remarcat că valoarea implicită pentru numărul curent al graficului (GRAPH NUMBER) este aceeași ori de câte ori se apelează comenzile respective. Dacă se dorește afișarea mai multor grafice trebuie indicate valori diferite pentru acest număr, corespunzătoare fiecărei curbe.

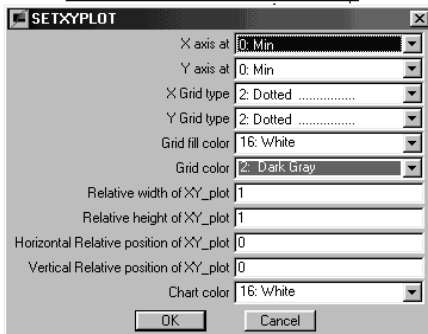
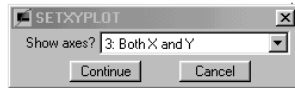
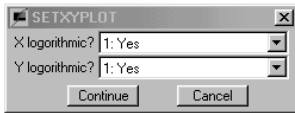


Fig. 5.12

Fereastră activată de comanda SETXYPLOT

5.6.2. Stabilirea opțiunilor de afișare

Pentru stabilirea caracteristicilor graficului (scara de afișare pe axe, numărul de intervale pe axe și afișarea axelor de coordonate, trasarea unei linii de nivel paralelă cu abscisa) se folosește un set de trei comenzi amplasate în meniul DISPLAY, submeniul XY_PLOTS, respectiv: SETXYPLOT (figura 5.12), XYRANGE (figura 5.13) și XYREFLINE (figura 5.14).

5.6.3. Afășarea graficului

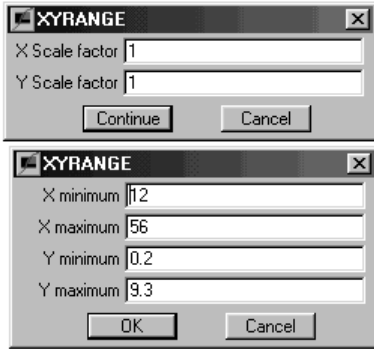
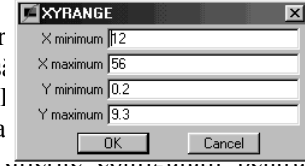
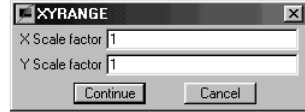


Fig. 5.13

Fereaștră activată de comanda XYRANGE



ecran activăr dispus: XY_PI (figura alege afășarea curbelor de referință. Fereaștră activată de comanda XYRANGE In urma activării comenzii pe ecran este afășat graficul corespunzător (figura 5.16).

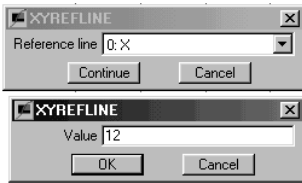


Fig. 5.14

Fereaștră activată de comanda XYREFLINE

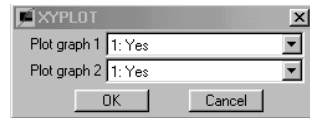


Fig. 5.15

Fereaștră activată de comanda XYPLOT

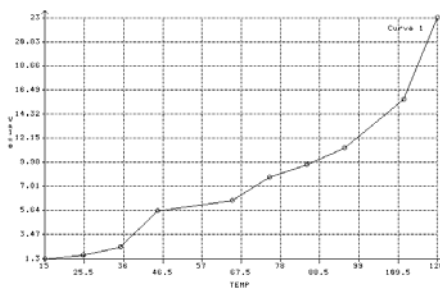


Fig. 5.16

Curbă de referință reprezentată grafic