

DEPENDENȚA DINTRE TENSIUNI ȘI DEFORMAȚII ÎN CAZUL DEFORMĂRII PLASTICE A MATERIALELOR CU REZISTENȚA DIFERITĂ LA ÎNTINDERE ȘI COMPRESIUNE

dr. ing. Elena SIDORENCO, Iulia VOSKRESENSKAIA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Materialele care reprezintă o rezistență diferită la solicitările de întindere și compresiune, sunt larg răspândite în tehnică. Pe de altă parte, oțelurile obișnuite cu proprietăți elasto-plastice folosite în mod obișnuit în industria construcțiilor, în condițiile utilizării la temperaturi negative sau după un proces de călire termică, devin asemănătoare în privința proprietăților lor, cu fontă. Construirea funcțiilor “tensiune-deformație” “ σ - ε ” analoge, posibilă în principiu, la nivelul de fisurare (dislocare), constituie o problemă încă nerezolvată.

Cuvinte cheie: tensiune, deformație, interdependență.

Calculul de rezistență și rigiditate a construcțiilor executate din aceste materiale, necesită cunoașterea funcțiilor constitutive de interdependență între tensiuni și deformații. Încercările de stabilire a acestor interdependențe pe cale empirică, în cazul comportării diferite a materialelor sub acțiunea tensiunilor principale, trebuie recunoscute ca fiind fără de perspectivă, din cauza mării varietăți a proprietăților materialelor. Teoria mecanicii de rupere permite să se construiască curba constitutivă “ σ - ε ”, în cazul întinderii liniare a unei bare alcătuită dintr-un material policristalin [1]. Rămâne însă calea semiempirică; și anume, se construiesc experimental funcțiile “ σ - ε ” în cazul unor stări de tensiune simple, și pe baza lor, pe cale de calcul, funcțiile constitutive “ σ - ε ”, în cazul diferitelor rapoarte ale tensiunilor principale [2].

În lucrarea [2] s-a introdus relația dintre deformațiile plastice de afinare (autoconsolidare, ecruisare) $d\varepsilon_y^P$, și lunecările plastice γ_{xy} . În acest caz, se adoptă relația de proporționalitate (1).

$$d\varepsilon_y^P = 2\lambda |d\gamma_{xy}|, \quad (1)$$

unde, λ - este un coeficient pozitiv, mărimea sa determinată din încercările la torsiune a țevelor cu pereți subțiri. La determinarea coeficientului λ se introduc încă câteva ipoteze, care permit în final să se calculeze funcțiile “tensiuni principale σ - deformații principale ε ”, în cazul diferitelor raportate ale tensiunilor principale.

Aceste relații constitutive extrapolate prin calcul, s-au dovedit a fi apropiate de cele experimentale. Ca informație inițială, s-au considerat curbele de deformare obținute prin încercarea probe la întindere și compresiune simplă. Dependentele calculate “ σ - ε ” s-au obținut pe baza unor considerării legii asociative de plasticitate și a ipotezei suplimentare privind analogia diagramelor de deformare la solicitarea de întindere și respectiv compresiune. Ca măsură a întăririi materialului (autoconsolidare, ecruisare) s-a luat mărimea $\chi = A^P / A^T$, unde A^P - este lucru mecanic în domeniul plastic, iar A^T - lucrul mecanic acumulat corespunzător începerii curgerii plastice.

Curbele constitutive “ σ - ε ” se pot obține, luând drept condiții de plasticitate, diferite criterii pentru obținerea stării de curgere a materialului. În acest caz, compararea funcțiilor “ σ - ε ” calculate, cu cele experimentale va demonstra indirect veridicitatea criteriului de rezistență ales.

Se va considera, de exemplu, criteriul generalizat de curgere G.S.Pisarenco – A.A.Lebedev [3] în forma:

$$\eta = \tilde{\chi} \sigma_i + (1 - \tilde{\chi}) \sigma_1 A^{1 - (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / (\tilde{\chi} \sigma_i + (1 - \tilde{\chi}) \sigma_1)} \quad (2)$$

Aici, $\tilde{\chi}$ - este raportul dintre tensiunile de întindere și tensiunile de comprimare, dependente de nivelul deformațiilor plastice; σ_i - intensitatea tensiunilor principale; A - parametrul neomogenității structurale, a cărui valoare medie statistică este 0,75. Luând diferite valori ale parametrului A și calculând pentru aceste

valori relațiile constitutive “ σ - ε ”, se poate stabili influența parametrului de neomogenitate structurală A . Cazul $A=1$, corespunde oțelurilor casante de tipul fontelor.

Se va considera ca măsura de ecrusare parametrul q introdus de Udqvist:

$$q = \int de_i^P \quad (3)$$

Rezultă funcția de potențial plastic de formă (4).

$$f(\sigma_{ij}) = \eta(\sigma_{ij}) - \Phi(q) = 0 \quad (4)$$

Alegerea condiției de plasticitate sub formă funcției de curgere (4), după cum se arată în studiul lui Malinin N. [4], este echivalentă cu admiterea ipotezei privind curba unitară de deformare. În cazul dat, curba este mică în coordonatele “parametrului generalizat η - parametrul Udqvist”.

Calculul funcției constitutive “tensiune-deformație” “ σ - ε ”, interdependente, s-a efectuat pentru cazul stării de tensiune plană în jurul unui punct. Admițând ca diferența de creștere a deformațiilor $d\varepsilon_{ij}$ se poate prezenta ca o sumă a componentelor elastice $d\varepsilon_{ij}^e$ și plastice $d\varepsilon_{ij}^P$, și folosind legea asociată de curgere, se obține relația (5), dintre creșterile incrementale ale deformațiilor și tensiunilor.

$$d\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} G \left[d\sigma_{ij} - \delta_{ij} \left(\frac{3\mu}{1+\mu} \right) d\sigma_0 \right] + d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \quad (5)$$

În acesta relație, $d\lambda$ - este un factor scalar, G - este modulul de forfecare (lunecare); μ - coeficientul de contracție transversală Poisson; σ_0 - presiunea hidrostatică sau tensiunea medie ($\sigma_0 = \sigma_{ii}/3$).

Având în vedere criteriul de rezistență G.S.Pisarenko - A.A.Lebedev, relațiile (5) se transformă în forma (6).

$$d\lambda = \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{de_i^P}{\sqrt{(\partial f / \partial \sigma_1)^2 + (\partial f / \partial \sigma_2)^2 + (\partial f / \partial \sigma_3)^2}} \quad (6)$$

Calculul s-a efectuat cu pasul incremental de deformație $d\varepsilon_i = 0,001$ pentru $m = -1; -2; -4,9$.

Ca informația inițială, s-au folosit relațiile “ σ - ε ” construite prin încercarea epruvetelor de fontă, la întindere și compresiune.

În acest fel, folosind legea asociativă de deformare plastică, aplicată criteriului de plasticitate G.S.Pisarenko - A.A.Lebedev, se reușește ca pe cale de calcul, să se obțină curbele constitutive “ σ - ε ”, pentru diferite rapoarte al tensiunilor principale.

Aceste relații constitutive deduse prin calcul sunt apropiate de cele obținute pe cale experimentală. Avantajul condiției de plasticitate, este folosirea acestui criteriu la un sortiment larg de materiale - de la cele structural neomogene de tipul fontelor și betoanelor, până la cele omogene de tipul oțelurilor plastice - și, deasemenea, posibilitatea construirii după metoda propusă a funcțiilor de interdependență “ σ - ε ” pentru materialele enumerate mai sus.

Bibliografie

1. Krasovskii, A.Ia. *Fiziceskie osnovi procinosti*. Naucova dumka, Kiev, 1977, p.139.
2. Leonov, M.Ia, Poneaev, V.A., Rusinko, K.V. *Zavisimosti mejdu deformatieami i naprejenieami dlea poluhrupchih tel*. MTT, Nr.6, 1967, p.26-32.
3. Pisarenko, G.S., Lebedev, A.A. *Deformirovanie i procinosti materialov pri slojnom napreajeonnom sostoeanii*. Naucova dumka, Kiev, 1976, p.415.
4. Malinin, N.N. *Prikladnaea teoria plasticinosti I polzucesti*. Masinostroenie, Moscva, 1975, p.399.