A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

SIMULAREA NUMERICĂ CU ELEMENTE FINITE A PROCESULUI DE AMBUTISARE

Adrian BIRLAN, Mihai JĂDĂNEANŢ

NUMERICAL SIMULATION WITH FINITE ELEMENT OF THE DRAWING PROCESS

For a number of complex processes such as the case treated in this paper cold drawing, the simulation program requires a number of simplifications of the elements that made this process.

Cuvinte cheie: ambutisare, simulare numerică, elemente finite
Keywords: drawing, numerical simulation, finite element

1. Introducere

În zilele noastre simularea numerică cu elemente finite are un impact foarte puternic asupra modului de realizare a proceselor mecanice, termice, electrice şi combinaţii ale acestora, cât mai apropiate de modul de obţinere în realitate. Cu ajutorul programelor de simulare numerică şi a modelelor numerice bine implementate se pot face preziceri tehnice referitoare la modul de desfăşurare a procesului respectiv, a produsului finit obţinut, dacă este în final o piesă finită bună sau rebut.

Dintre programele de simulare numerică cel mai bine cotat este ABAQUS 9.3.1. Acest program a fost realizat în principiu pentru simularea cât mai apropiată de realitate a unor procese combinate determinate statice şi dinamice sau combinate static - dinamic. Programul cu care s-a lucrat este ABAQUS versiunea 6.8.1, (o variantă

puţin mai veche faţă de varianta 9.3.1) care se găseşte la catedra de Rezistenţa materialelor şi pentru care există licenţă.

În urma prelucrării unor date scoase din practică referitor la modul de desfăşurare a procesului de ambutisare, cu ajutorul modelului implementat în program se poate face o predicţie a procesului de ambutisare, reducând considerabil timpii de încercare a ambutisărilor şi respectiv consumul de metal foaie de tablă.

2. Discretizarea foii de tablă

Foaia de tablă ca şi construcţie 3D în model va fi realizată doar ca un sfert dintr-un cilindru de înălţime foarte mică. Înălţimea este dată de fapt de grosimea tablei (0,5 ÷ 1 mm).

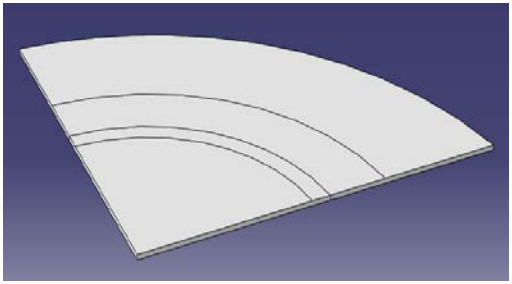


Fig. 1 Foaia de tablă simplificată

Elementele care fac parte din construcţia tablei supuse ambutisării se observă foarte bine în figura 2, elemente obţinute de altfel în faza discretizării în elemente finite.

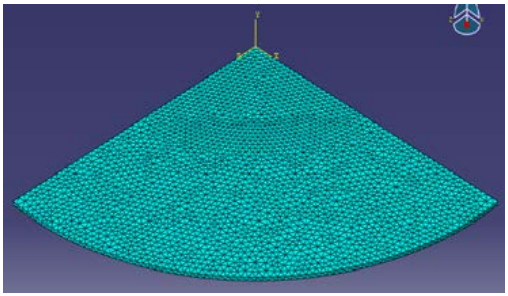


Fig. 2 Discretizarea în elemente finite a foii de tablă

Prin condiţiile de simetrie pe contur aplicate după cele două axe, programul va realiza că foaia de tablă este una circulară, reducându-se astfel erorile de blocare ale programului datorită numărului mare de elemente cu care ar fi trebuit să lucreze, figura 3.

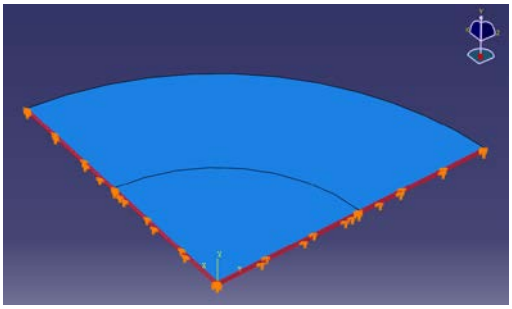


Fig. 3 Condiţiile de simetrie impuse pe contur

3. Discretizarea poansonului

La poanson, matriţă şi inelul de reţinere lucrurile sunt mai simple deoarece sunt elemente nedeformabile, care ca şi resurse nu iau aşa de mult fiind construite din elemente de tip R3D4 nedeformabile rigide. Acţiunea forţelor asupra poansonului când are loc deplasarea pe verticală pe adâncimea h, respectiv asupra inelului de reţinere când are loc apăsarea pentru a evita cutarea tablei se face printr-un punct rigid point (RP).

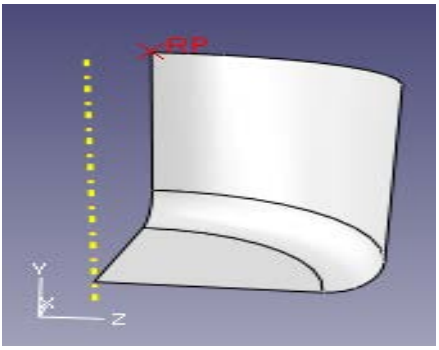


Fig. 4 Poansonul simplificat, cu punctul de aplicaţie al forţei de ambutisare (RP)

4. Discretizarea matriţei

În procesul de ambutisare matriţa este fixă, fixarea acesteia făcându-se tot printr-un punct rigid (RP). Rigid point-ul facând parte încă din construcţia elementului respectiv, la crearea lui s-a marcat cu roşu aşa cum se arată în figurile 4, 5 şi 6.

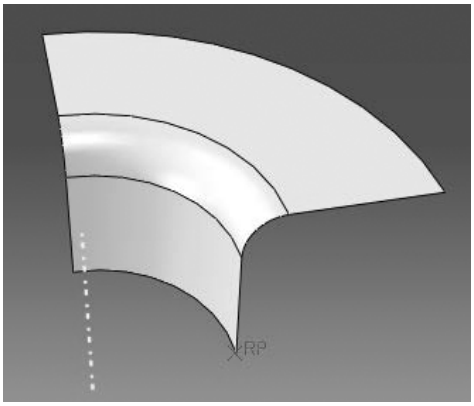


Fig. 5 Matriţa simplificată, cu punctul de aplicaţie (RP) ca şi fixare a acesteia

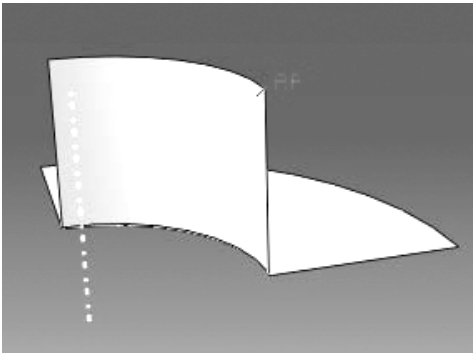


Fig. 6 Inel de reţinere simplificat cu punctul de aplicaţie a forţei pentru întinderea tablei (RP)

5. Discretizarea ansamblului matriţei

Ansamblul poansonului cu matriţa şi cu inelul de reţinere şi foaia de tablă pe un sfert de cerc simbolizează principial procesul ambutisării la rece sub formă simplificată (figura 7).

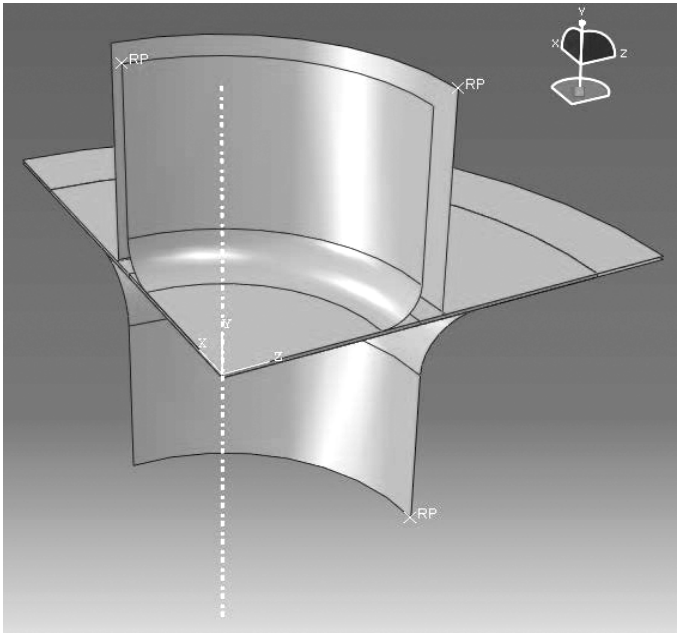
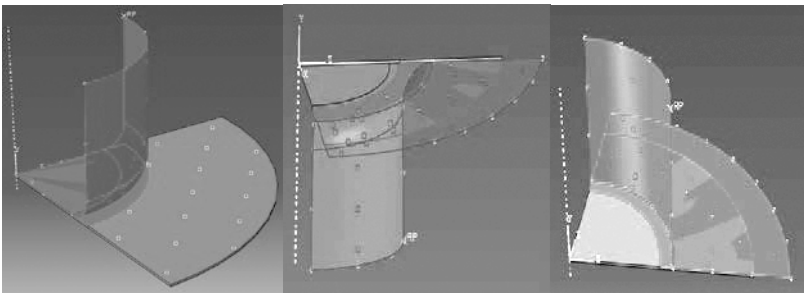


Fig. 7 Procesul ambutisării la rece sub ipoteza simplificării

6. Elementele din program ale ansamblului matriţei

În cadrul modelului, programul ABAQUS impune ca elementele active care duc la realizarea unui anumit proces să fie considerate ca elemente *master*, iar celelalte elemente care fie se deformează, fie că se exercită o anumită tensiune asupra lor sunt considerate elemente *slave*. *Elementele master sunt elemente după care sau care concură la finalizarea procesului supus simulării.* În figura 8 se observă cele trei interacţiuni dintre foaia de tablă şi elementele active şi cu definirea regiunilor de slave şi master.



a) poanson-foaie tablă b) matriţă-foaie tablă c) inel reţinere-foaie tablă

Fig. 8 Principalele acţiuni ale elementelor active în timpul procesului de ambutisare

În secţiunea *mesh* a programului se realizează discretizarea elementelor active şi a foii de tablă (împărţirea atât a elementelor active de lucru, sculele de lucru, cât şi a foii de tablă). Sculele de lucru se discretizează în elemente quadratice, care sunt elementele discretizării pentru sculele active, ele fiind nedeformabile. Pentru foaia de tablă, fiind element deformabil, discretizarea se va face sub forma elementelor tetraedrice. Ansamblul discretizat în elementele corespunzătoare fiecărui tip sunt redate în figura 9.

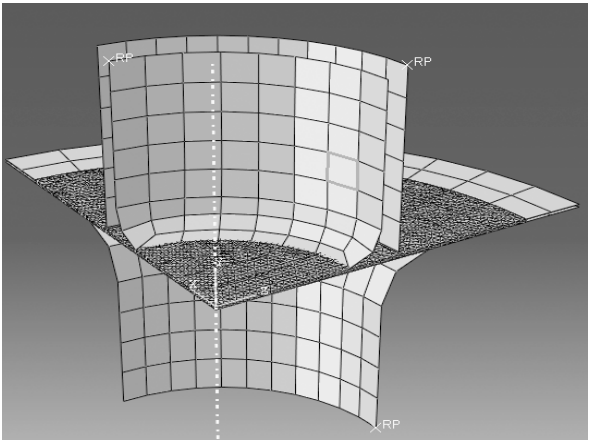


Fig. 9 Ansamblul procesului de ambutisare le rece discretizat în elemetele *mesh*

Secţiunile *job* şi *vizualization* sunt secţiuni ale programului prin care se rulează simularea procesului.

În secţiunea job modelul poate ceda, adică simularea să se oprească şi să semnalizeze o serie de erori, fie datorită unor probleme sau neajunsuri care le-ar avea modelul, rezultând erori cu trimitere la o serie de secţiuni din program sau erori în care foaia de tablă se rupe sau apar o serie de fisuri mari concentratoare de tensiuni.

Dacă simularea ajunge la un final se poate face mesajul „complet succesful”; acest rezultat „complet succesful” s-a obţinut la un număr de 70 de simulări cu diferiţi parametrii dintr-un număr de 120 simulări efectuate.

Conform literaturii de specialitate locul cel mai periculos al piesei este zona de trecere de la fund la pereţi datorită micşorării însemnate a grosimii în acest loc, unde acţionează eforturi de întindere mari. Ca şi cheie de mic control a validităţii modelului implementat de autori este şi această informaţie pe lângă experimentul implementat în alte capitole. După cum se observă în figura 10, zona tensionată apare în zona imediat apropiată a razei de la fundul piesei ambutisate.

Finalitatea simulării este încununată de secţiunea *vizualization* în care este redată vizual distribuţia tensiunilor și deformaţiilor.

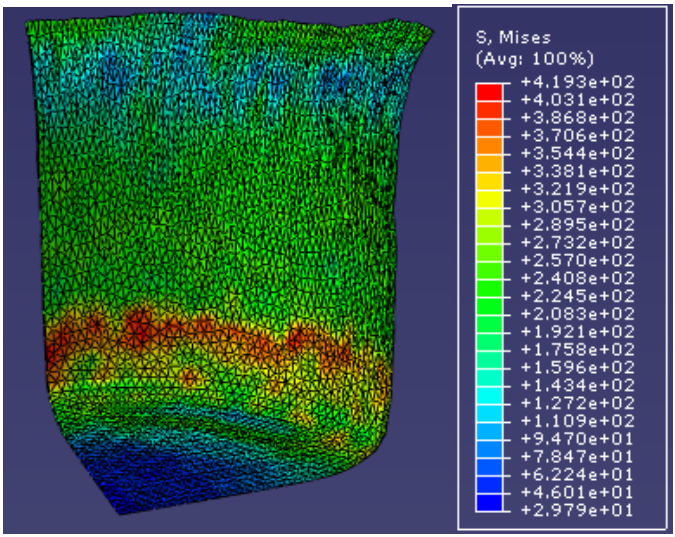


Fig. 10 Modul de variţie şi distribuţie a tensiunii la finalul ambutisării cilindrice la rece

BIBLIOGRAFIE

[1] Romanovski, V.P., *Stanţarea şi matriţarea la rece*. Editura tehnică, Bucureşti, 1970.
[2] * * * http://www.simulia.com/support/documentation.html.
[3] Prakash, M., Dixit, Uday, S. Dixit, *Modeling of metal forming and machining processes: by finite element and soft computing methods,* Springer, 2008.
[4] Banabic, D., Dorr, R.I., *Deformabilitatea tablelor metalice subţiri. Metoda curbelor limită de deformare.* Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, Bucureşti, 1992.

Drd. Ing. Adrian BIRLAN,
Universitatea „Politehnica" Timişoara,
e-mail: a_birlan@yahoo.com

Prof.Dr.Ing. Mihai JĂDĂNEANŢ, profesor consultant,
Departamentul Maşini Mecanice, Utilaje şi Transporturi,
Facultatea de Mecanică, Universitatea „Politehnica" din Timişoara,
membru AGIR
e-mail: mihai_jadaneant@yahoo.com

ACKNOWLEDGMENT. This work was partially supported by the strategic grant POSDRU2009project ID 50783 of the Ministry of Labour,Family and Social Protection, Romania, co-financed by the European Social Fund – Investing in People.