A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

STUDIUL MODELELOR 2D CU AJUTORUL METODEI ELEMENTELOR FINITE

Tiberiu Ştefan MĂNESCU, Nicuşor Laurenţiu ZAHARIA

2D MODELS STUDY USING FINITE ELEMENT METHOD

2D models can be used for probe modelling in purpose to perform finite element analysis in a small time. The 2D model can be the result from a 3D model.

Cuvinte cheie: epruvete, model 2D, model 3D, elemente finite
Keywords: 2D, pattern pieces, 3D model, finite elements

1. Introducere

În cazul solicitărilor axiale de tracţiune, modelarea cu ajutorul metodei elementelor finite a încercării de tracţiune se poate realiza prin construirea unui model 3D sau a unui model 2D. Dacă epruveta este construită dintr-un singur material (cazul epruvetelor de oţel), modelarea 3D nu implică complicaţii deosebite sau un timp mare alocat calculului. Dacă sunt implicate mai multe materiale şi se pun şi condiţii de contact un calcul preliminar cu un model 2D poate fi de mare ajutor în scopul micşorării timpului de calcul.

În cazul structurilor din aluminiu cum ar fi caroserii de autovehicule, structuri de avioane sau caroserii de vehicule feroviare, acestea sunt construite prin diferite moduri de îmbinare a unor elemente prefabricate.

Lucrarea de faţă prezintă studiul prin metoda elementelor finite a asamblărilor din aluminiu în pană (figura 1).

Caracteristicile asamblării prezentate în figura 1 sunt:

● unghiul α; în funcţie de acest unghi, rezultă lungimea de suprapunere a platbandelor (aderenţilor) *l*;

● grosimea adezivului t_a;

● grosimea aderenţilor (platbandelor) *t*;

● lăţimea platbandelor *b*.

Aliajul de aluminiu are următoarele caracteristici:

● modulul de elasticitate longitudinal E = 70000 N/mm^2;

● coeficientul contracţiei transversale ν = 0,33;

● grosimile alese t: 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2; 2,4; 3,2; 4,0 mm;

● lăţimea platbandelor b = 25 mm.

Adezivul (epoxidic bicomponent) s-a considerat material omogen, izotrop, ideal elastic. Parametrii elastici ai adezivului sunt:

- modulul de elasticitate longitudinal E_a = 1250 N/mm^2;
- coeficientul contracţiei transversale ν_a = 0,38;
- modulul de elasticitate transversal G_a = 450 N/mm^2.

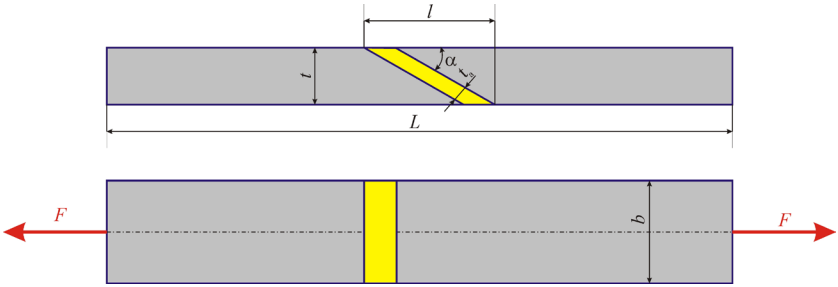

Fig. 1 Epruvetă

2. Modelul cu elemente finite

Modelul geometric al epruvetei precum şi modelul cu elemente finite s-au realizat cu programul Ansys 10.0, program pentru care AFER deţine licenţă. Calculul este liniar, modelul geometric admite axe de simetrie, dar primul model studiat a fost un model 2D.

Modelul geometric a fost realizat parametrizat pentru a observa variaţia rezultatelor în funcţie de modificarea diverşilor parametri, cum ar fi (studiul în diverse cazuri de sensitivitate):

● unghiul α cu implicaţii asupra modificării lungimii de suprapunere;

● grosimea adezivului;

● grosimea aderenţilor;
● caracteristicile elastice ale adezivului;
● geometria aderenţilor în zonele de trecere;
● geometria adezivului la extremităţi.

Pentru un set de date de intrare s-au menţinut constanţi toţi parametrii cu excepţia unuia.

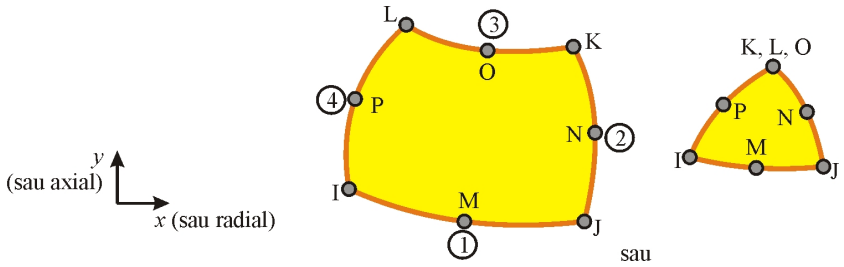

Fig. 2 Elementul finit PLANE82

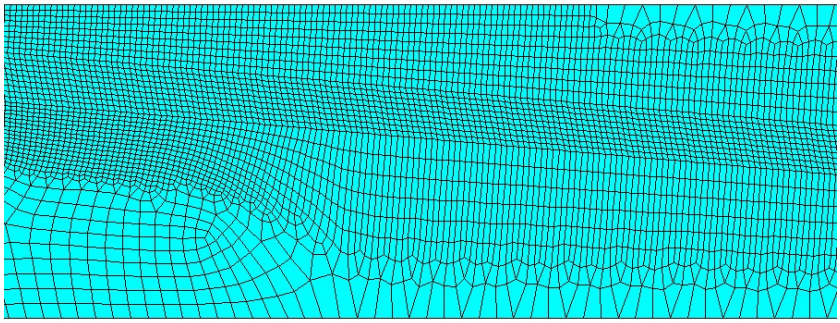

Fig. 3 Detaliu discretizare

Modelul geometric parametrizat, a avut următoarele date iniţiale: grosimea tablelor t = 1,6 mm, lungimea totală L = 112,5 mm, grosimea adezivului t_a = 0,25 mm, unghiul $\alpha = 5^o$. Condiţiile la limită au fost: faţa din dreapta este fixată pe orizontală, faţa din stânga se deplasează uniform pe direcţia orizontală (noduri cuplate UX), câte un nod de pe fiecare faţă de capăt este blocat pe direcţie verticală, faţa din stânga este solicitată cu o tensiune de întindere în lungul tablelor egală cu 10 N/mm^2. S-a dorit determinarea stării de tensiuni din adeziv prin analiza cu elemente finite pentru constantele de material impuse iniţial. Modul

de aplicare al forţei precum şi constrângerile impuse modelului sunt prezentate în figurile 2 şi 4.

Pentru discretizare, ca element finit s-a utilizat un element patrulater cu 8/6 noduri (PLANE 82) prezentat în figura 2 şi două grade de libertate (UX şi UY).

3. Rezultate obţinute prin variaţia unghiului α

S-au exclus cazurile $\alpha = 0^o$ şi $\alpha = 90^o$ deoarece în aceste cazuri extreme nu se mai respectă geometria de asamblare prin lipire în pană. Rezultatele obţinute pentru diferite valori ale unghiului α sunt prezentate în figurile următoare.

Din analiza rezultatelor prezentate în aceste figuri se poate observa că pe măsură ce valoarea unghiului α creşte, creşte şi valoarea tensiunii echivalente.

De asemenea se poate observa că pentru $\alpha \in [5^o;10^o]$, creşterea tensiunii echivalente este insignifiantă şi unghiul se poate alege mai mare sau mic, în funcţie de considerentele tehnologice.

În continuare, s-a utilizat unghiul de 7° deoarece o mică abatere acestuia venită din considerente tehnologice nu afectează semnificativ rezultatele.

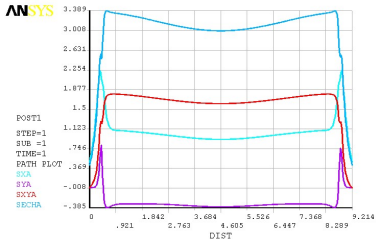

Fig. 4 $\alpha = 5^o$

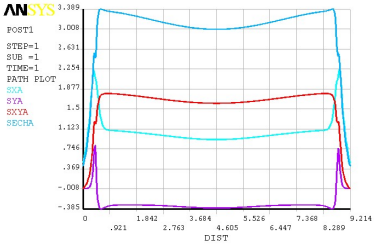

Fig. 5 $\alpha = 10^o$

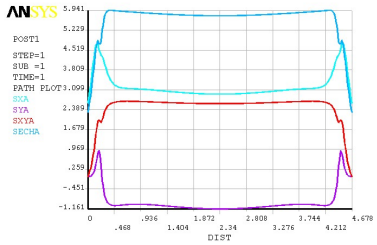

Fig. 6 $\alpha = 20^o$

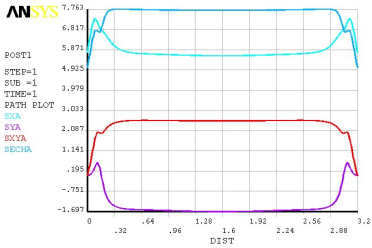

Fig. 7 $\alpha = 30^o$

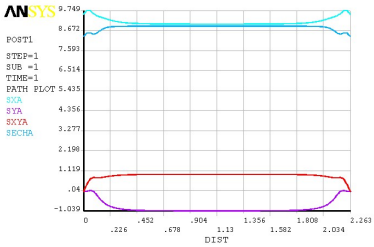

Fig. 8 $\alpha = 45^o$

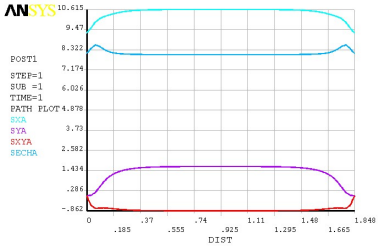

Fig. 9 $\alpha = 60^o$

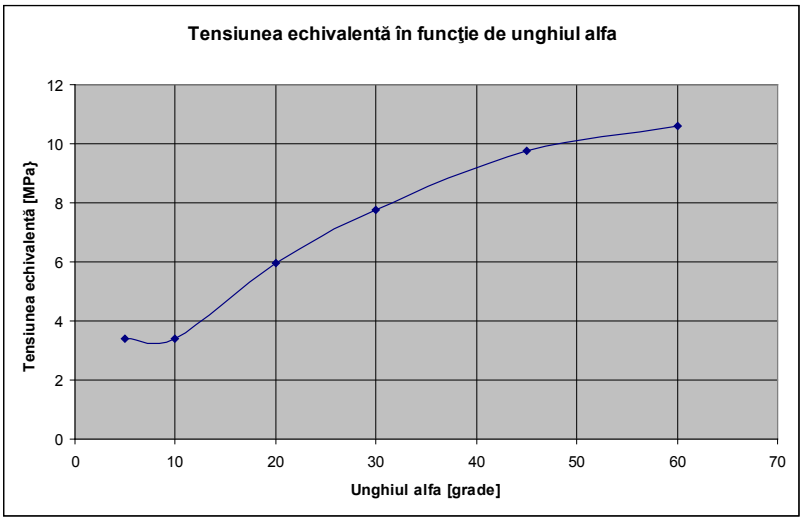

Fig. 10 Variaţia tensiunii echivalente von Mises
în funcţie de unghiul îmbinării

4. Concluzii

■ Rezultatele obţinute prin studierea modelelor 2D cu ajutorul metodei elementelor finite sunt utile atât în faza de proiectare a epruvetelor ce vor fi supuse la încercări mecanice de tracţiune cât şi ca etapă anterioară calculului numeric pe un model 3D.

■ În cazul proiectării epruvetelor, cu ajutorul metodei elementelor finite se pot adopta soluţii tehnologice mai bune sau cu un preţ de cost mai mic (având în vedere că este vorba de o temă de cercetare, nu este obligatorie utilizarea epruvetelor impuse de standarde). Încercările mecanice efectuate într-o etapă ulterioară a contractului, au cuprins

atât încercări statice de tracţiune cât şi încercări dinamice la oboseală. La încercările statice, s-au aplicat traductoare tensometrice rezistive pe epruvete.

■ Ca etapă anterioară probelor tensometrice, rezultatele numerice obţinute se pot utiliza pentru o amplasare judicioasă a traductoarelor tensometrice.

■ Rezultatele obţinute pentru diverse cazuri de sensitivitate furnizează o vedere de ansamblu din punct de vedere al gradientului de tensiune sau al deformaţiilor; totodată se pot extrage valori ale tensiunilor în puncte bine definite care ulterior au fost comparate cu rezultatele obţinute pe cale experimentală pe epruvetele prototip.

Bibliografie

[1] Mănescu, T.Ş., Jiga, G.G., Zaharia, N.L., Bîtea, C.V., *Noţiuni fundamentale de rezistenţa materialelor şi teoria elasticităţii,* Editura „Eftimie Murgu”, ISBN 978-973-1906-67-6, Reşiţa, 2010.
[2] Mănescu, T.Ş., Jiga, G.G., Zaharia, N.L., Bîtea, C.V., *Noţiuni fundamentale de rezistenţa materialelor*, Editura „Eftimie Murgu” Orizonturi tehnice, ISBN 973-8286-79-4, Reşiţa, 2008.
[3] * * * ASTM D907 – 00 *Standard Terminology of Adhesives*.
[4] * * * ASTM D 4800 – 94 *Standard Guide for Classifying and Specifying Adhesives.*

Prof.Dr.Ing. Tiberiu Ştefan MĂNESCU
Universitatea „Eftimie Murgu” Reşiţa
Piaţa Traian Vuia nr. 1-4,
320082, Reşiţa
t.manescu@uem.ro

Dr.Ing. Nicuşor Laurenţiu ZAHARIA
Autoritatea Feroviară Română – AFER Bucureşti
Calea Griviţei nr. 393, sector 1,
010719, Bucureşti
laurentiu@afer.ro