

MECANICA RUPERII

LABORATOR 10

ANALIZA CU ELEMENTE FINITE A CORDOANELOR DE SUDURA CE CONTIN FISURI

1. Introducere

În cadrul procedurii de îmbinare prin sudare se introduc concentratori de tensiune datorită, în primul rând, procedurii înșăși de sudare. Astfel, la o asamblare sudată apar, datorită încălzirii și topirii metalelor, următoarele zone cu structuri diferite:

- zona I a cordonului de sudură (a metalului de adaos) cu o structură grosolană asemănătoare cu structurile rezultate din turnare, ce conține incluziuni de gaze, oxizi, fiind o structură sfărâmicioasă și puțin deformabilă;
- de ambele părți ale cordonului de sudură apare o zonă II influențată termic, cu structură modificată, de 2-6 mm la sudarea electrică și de până la 30 mm la sudarea cu gaz;
- zona III a metalului de bază, neinfluențată termic și ca urmare neavând structura modificată.

Concentratorii de tensiune apar și datorită execuției incorecte a cordonului de sudură, de exemplu cu sudură incompletă care face o trecere neuniformă de la sudură la materialul de bază.

A treia categorie de concentratori apare datorită poziției reciproce a pieselor de sudat și o formei cordonului de sudură prin care se modifică direcția liniilor de tensiune maximă, de la piesă prin cordonul de sudură.

2. Modelarea cu elemente finite

Se utilizează analiza cu elemente finite (programul ALGOR) pentru modelarea unei fisuri centrale străpunse într-un cordon de sudură ce assemblează două plăci cap la cap. Plăcile sunt solicitate monoaxial. Datorită simetriei este suficient să analizăm 1/2 din ansamblu aplicându-se condiții de contur corespunzătoare, *figura 1*.

Rețeaua de discretizare în zona sudurii a fost mai deasă ținând seama și de faptul că aici va fi inclusă fisura. Tensiunea monoaxială la care a fost supusă placa are valoarea de 100 MPa. Materialul de bază are caracteristici mecanice și elastice diferite de cel al cordonului de sudură, așa cum se poate vedea și din *figura 1*. Geometria și dimensiunile cordonului de sudură relative la dimensiunile plăcii sunt cele standard.

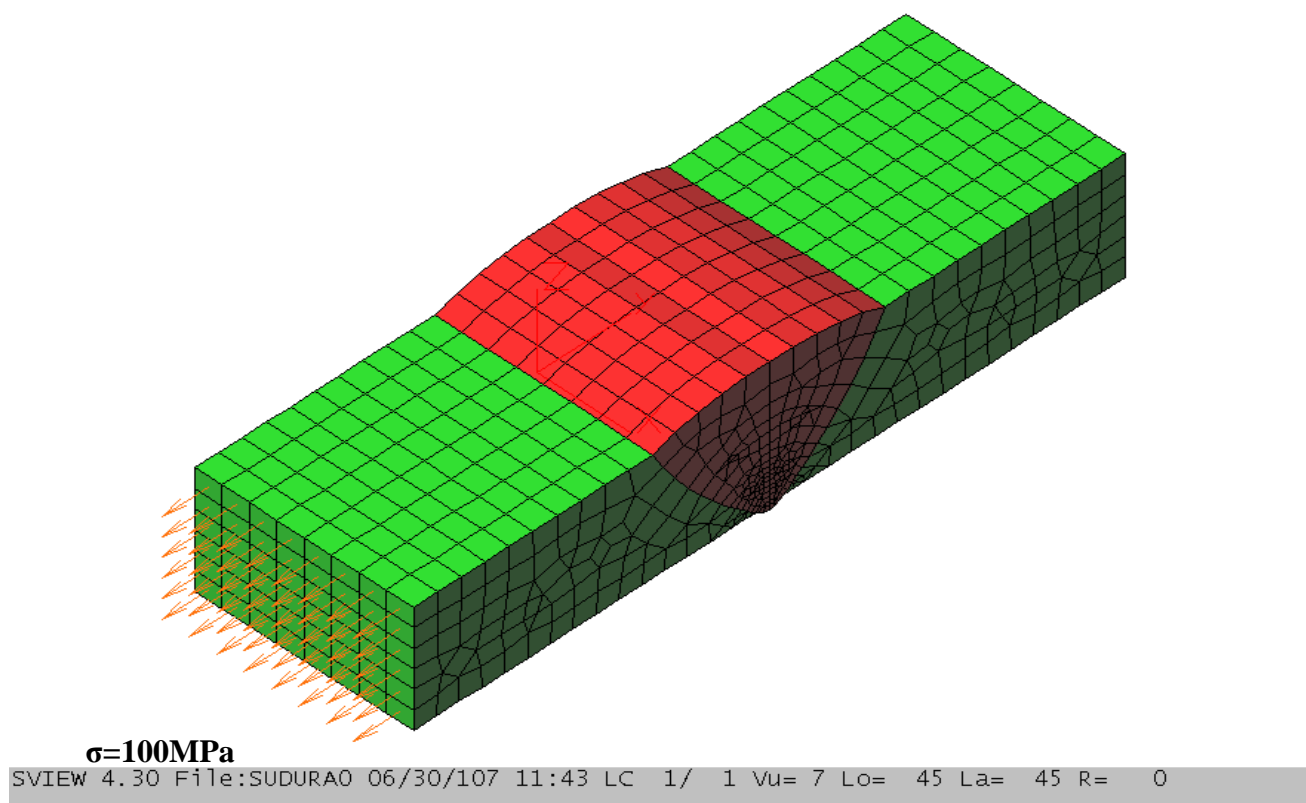


Fig. 1. Rețeaua de discretizare

În *figura 2* este simulată în cordonul de sudură o fisură transversală, ce are dimensiunea pe direcție longitudinală mult mai mică decât dimensiunea pe direcție transversală.

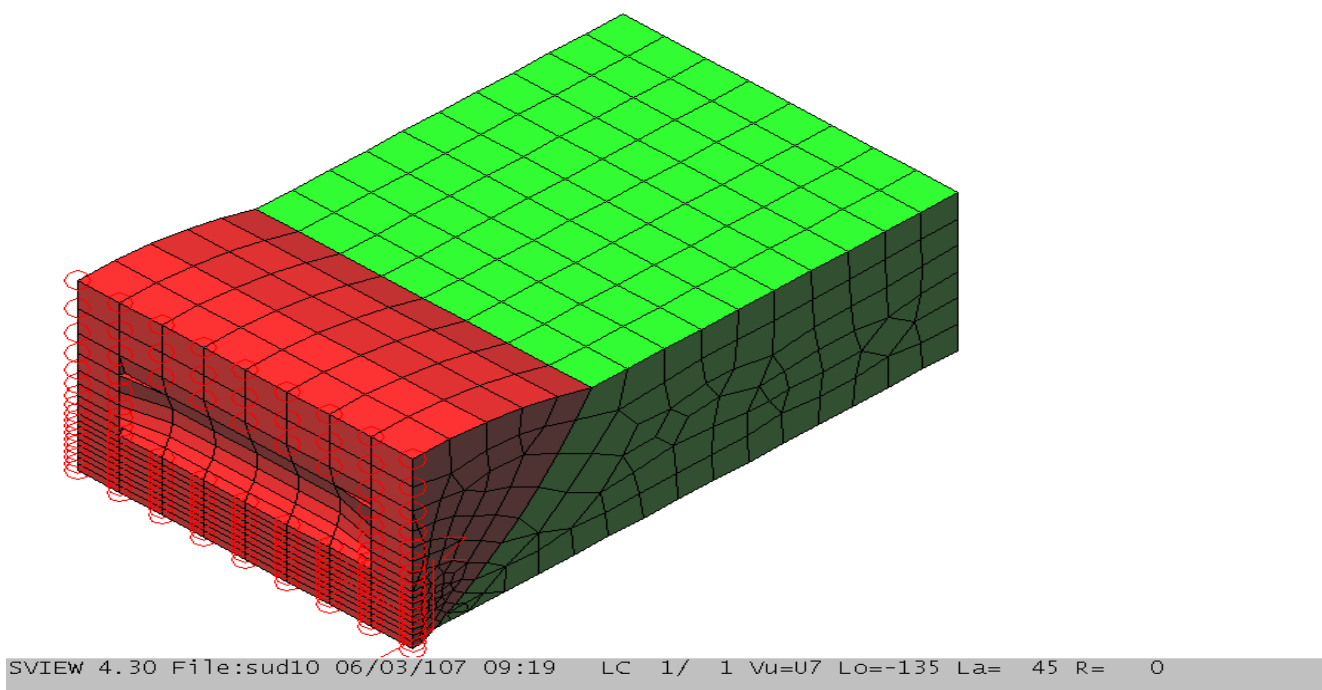


Fig. 2. Fisura transversala

În *figura 3, a și b*, este simulată o fisură longitudinală ce are dimensiunea pe direcție longitudinală mult mai mare decât dimensiunea pe direcție transversală.

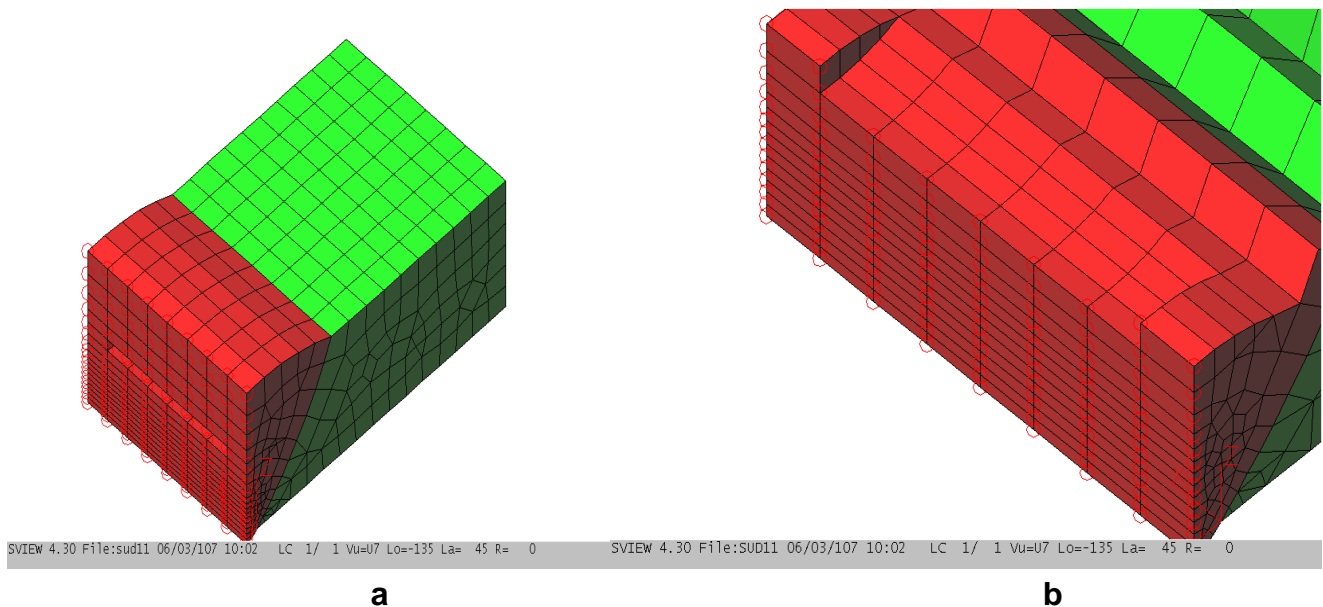


Fig. 3. Fisura longitudinală

În figura 4, a și b, este prezentată harta tensiunilor σ_y derivate din solicitarea monoaxială a plăcii pe direcție longitudinală în cazul cordonului de sudură ce nu conține fisura.

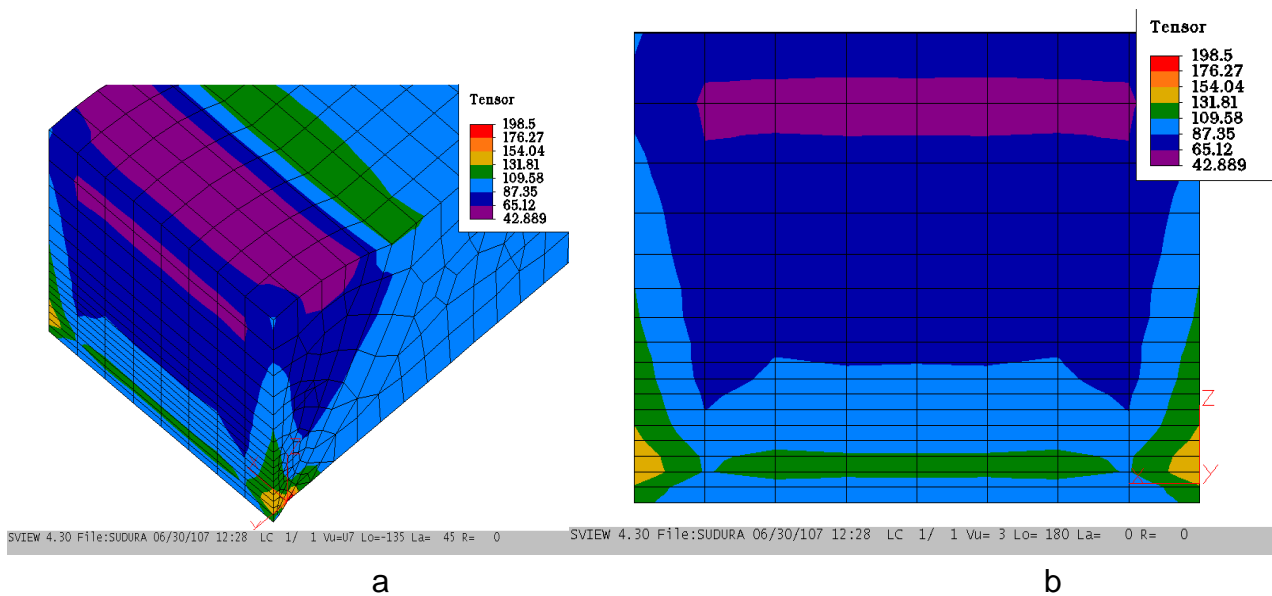


Fig. 4. Harta tensiunilor von Mises-fara fisura

Din figura 4b se poate observa faptul că există simetrie în ceea ce privește harta tensiunilor în raport cu un plan longitudinal vertical, ceea ce demonstrează faptul că discretizarea, încărcarea și condițiile de contur au fost implementate în mod corect. În raport cu tensiunea din materialul de bază la o distanță oarecare de sudură (100MPa), sunt zone în cordonul de sudură cu tensiuni mai mici și zone cu tensiuni mai mari decât această valoare. Valorile mai mici ale tensiunilor sunt date de faptul că suprafața secțiunii transversale a cordonului de sudură este mai mare decât a materialului de bază. Valorile mai mari ale tensiunii sunt influențate de concentratorii de tensiune care apar la trecerea de la materialul de bază la cordonul de sudură ca urmare a schimbării geometriei. Acest lucru se poate vedea atât în partea de sus a cordonului de sudură dar mai ales în partea de jos unde tensiunile sunt maxime.

În *figura 5* este prezentată variația tensiunilor σ_y maxime, pe direcție longitudinală, în cordonul de sudură fără fisură. Se constată faptul că tensiunile maxime sunt atinse în partea de jos a cordonului de sudură, la îmbinarea cu materialul de bază. Ca urmare, se poate trage concluzia că, este mai bine ca partea de jos a cordonului de sudură să fie polizată, dacă acest lucru este posibil, în condițiile în care această zonă este sau nu accesibilă. Altfel, în această zonă se introduc concentratori de tensiune semnificativi.

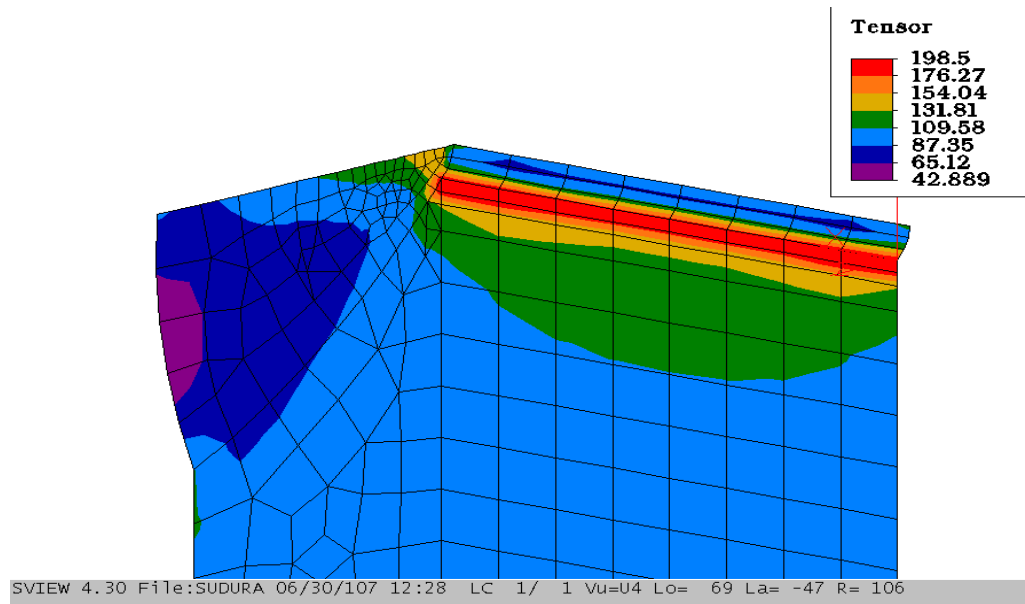


Fig. 5 Variația tensiunilor maxime pe direcție longitudinală

În *figura 6* este prezentată harta tensiunilor pe direcție longitudinală pentru cazul în care, în cordonul de sudură este introdusă o fisură longitudinală. Se constată și aici o variație simetrică a tensiunilor în raport cu un longitudinal vertical, de unde și corectitudinea modului de lucru.

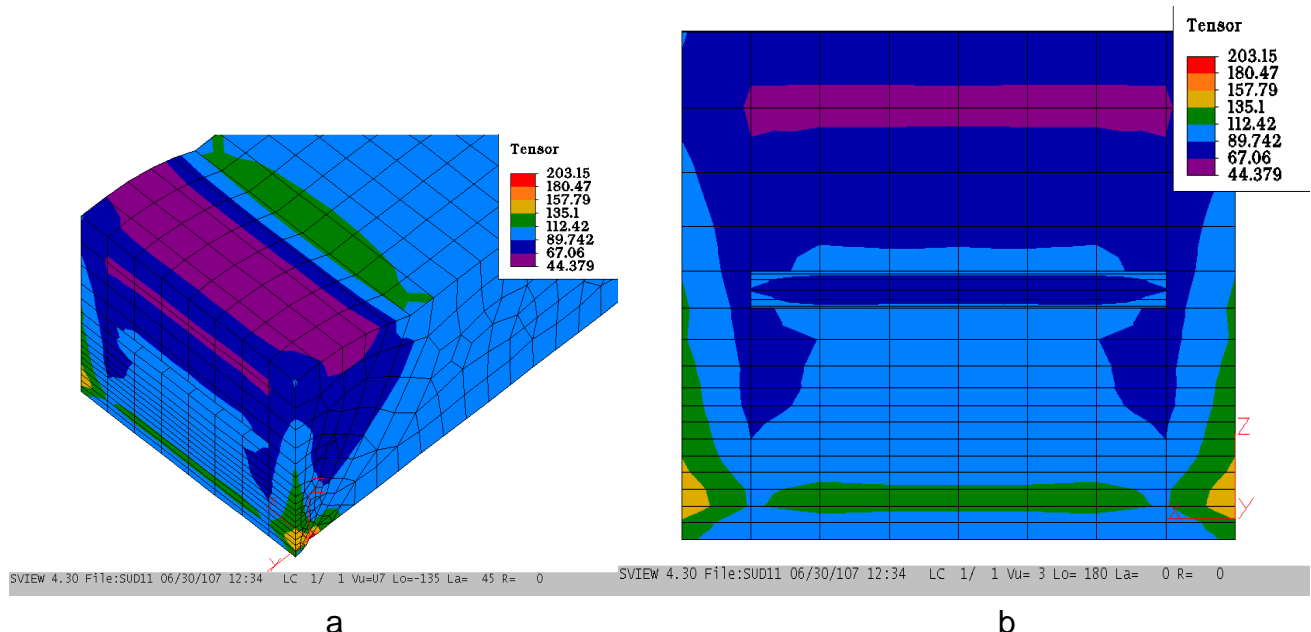


Fig. 6. Harta tensiunilor pe direcția Y – fisură longitudinală

Se constată faptul că, tensiunile sunt mai mari în cazul cordonului de sudură ce conține înglobată o fisură aflată pe direcție longitudinală în raport cu cazul cordonului fără fisură. Aceste valori nu sunt semnificativ mai mari ceea ce denotă o influență nu foarte mare

a introducerii unei fisuri longitudinale asupra tensiunilor. Si aici apar aceleasi influente asupra tensiunilor maxime ale concentratorilor de tensiune determinati de trecerea de la materialul de baza la cordonul de sudura.

In *figur 7* sunt reprezentate valorile maxime ale tensiunilor σ_y . Si aceste tensiuni sunt mai mari in cazul cordonului ce contine o fisura longitudinala in raport cu codonul de sudura fara fisura. Diferenta insa, nu este una semnificativa.

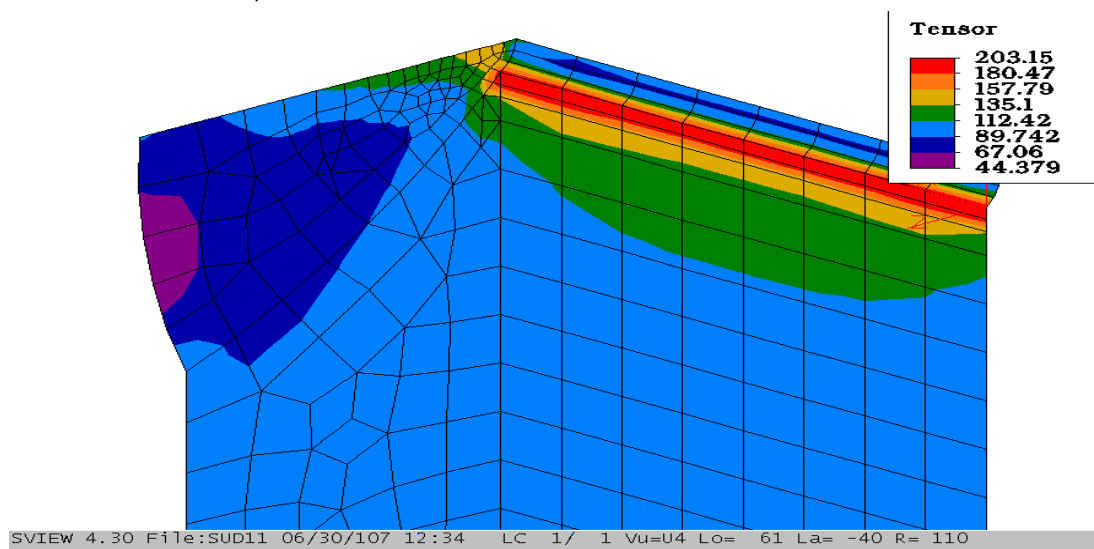


Fig. 7. Harta tensiunilor maxime pe directia Y – fisura longitudinala

In *figura 8* este prezentata harta tensiunilor σ_y pentru cazul in care, in cordonul de sudura este introdusa o fisura transversala. Se constata si aici o variatie simetrica a tensiunilor in raport cu un longitudinal vertical.

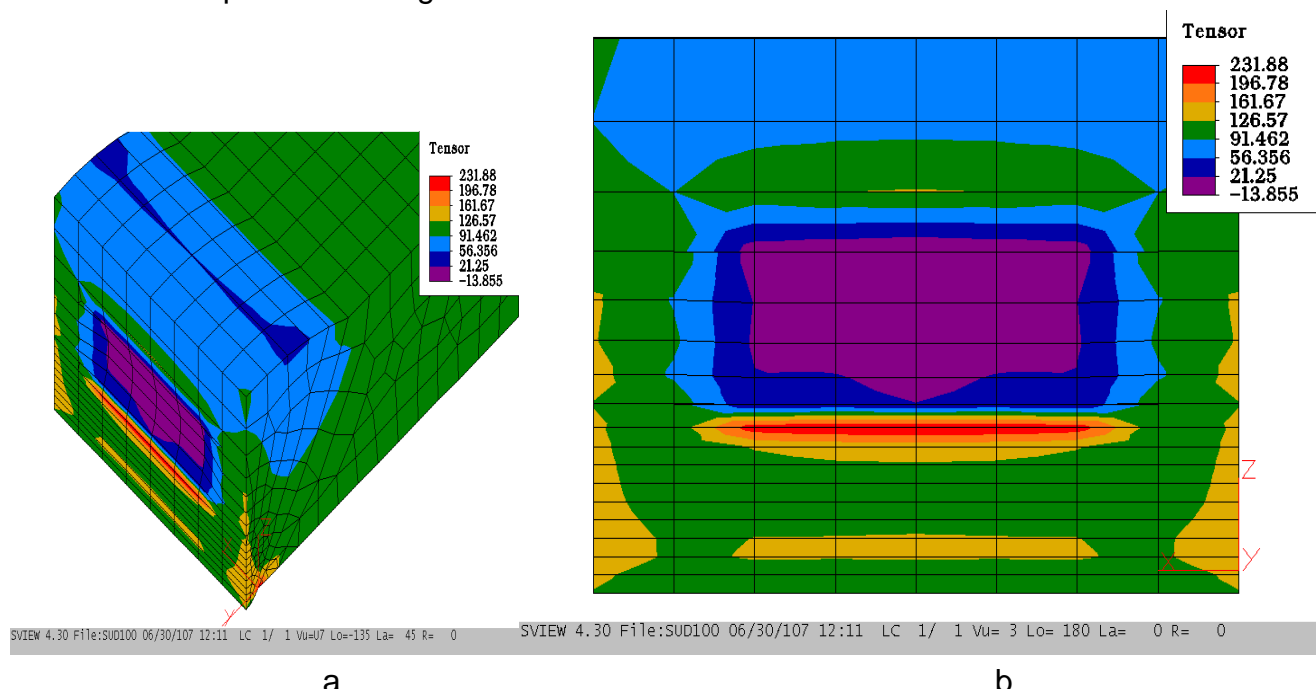


Fig. 8. Harta tensiunilor pe directia Y – fisura longitudinala

Aceste tensiuni, asa cum se va constata si din graficele trasate ulterior, sunt cu mult mai mari decat cele determinate atat pentru cazul fara fisura cat si pentru cazul in care, in cordonul de sudura apare o fisura longitudinala. Se constata aparitia unui nou pol de tensiuni maxime, care nu mai sunt influentate de trecerea geometrica de la materialul de baza la

cordonul de sudura ci sunt influentate chiar de prezenta concentratorului reprezentat de fisura transversala.

In figura 9 sunt reprezentate tensiunile maxime σ_y pentru cazul fisurii transversale.

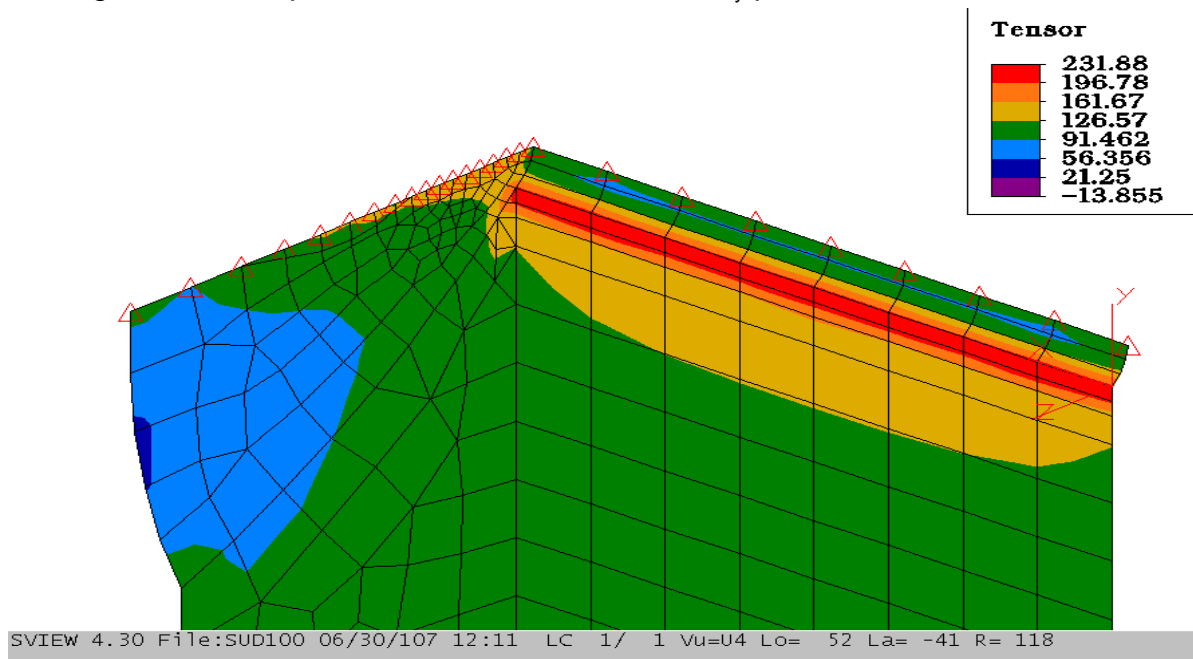


Fig. 9. Harta tensiunilor maxime pe directia Y – fisura longitudinala

Se constata faptul ca, si tensiunile maxime sunt cu mult mai mari in cazul cordonului de sudura ce contine inglobata o fisura trasversala in raport cu cazurile cordonului fara fisura si ale cordonului de sudura in care apare o fisura longitudinala. Aceste tensiuni maxime, asa cum se va constata din reprezentarile grafice, sunt mai mici decat cele introduse de trecerile geometrice de la materialul de baza la cordonul de sudura.

In figura 10 se prezinta graficele de variatie a tensiunii σ_y pe directie orizontala, luata in partea de sus a fisurii, pentru toate cele trei cazuri: fara fisura, cu fisura longitudinala si cu fisura transversala.

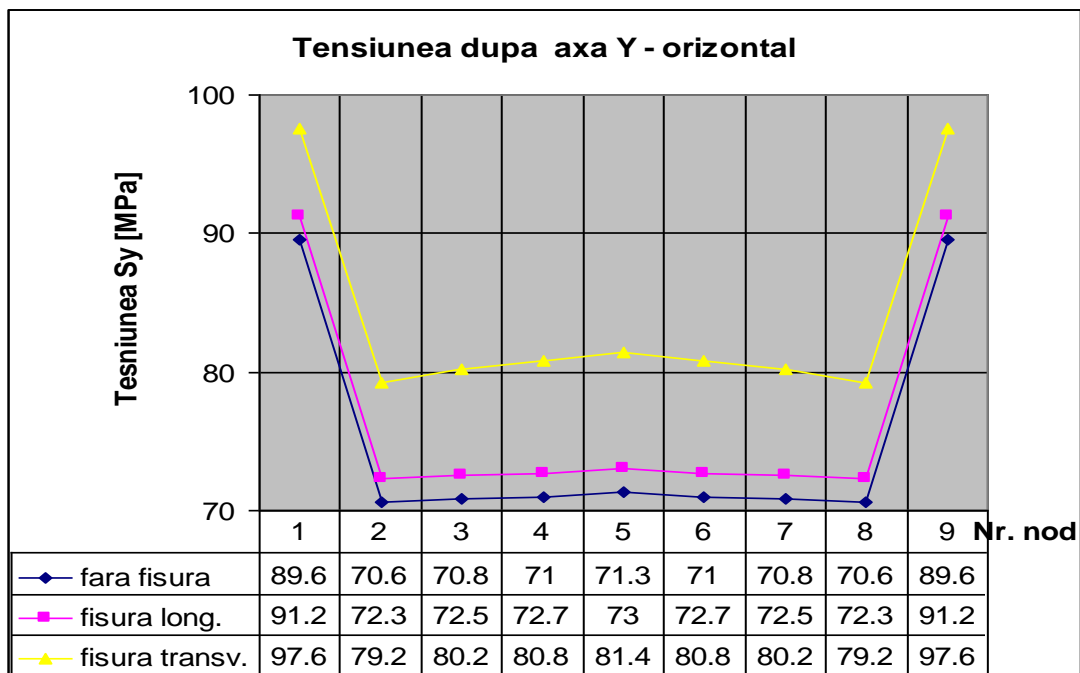


Fig. 10. Variatia tensiunilor σ_y – pe directie orizontala

Se constata faptul ca tensiunile cele mai mari se inregistreaza pentru fisura transversala. Totusi, aceste tensiuni nu depasesc tensiunea de solicitare datorita faptului ca sectiunea trasversala a cordonului de sudura este mai mare decat a materialului de baza iar valorile respectivelor tensiuni s-au luat in zona superioară a cordonului de sudură. Acelasi lucru se constata si din variatia tensiunilor pe directie verticala, luata prin extremitatea cordonului de sudura, cu cateva mici difrente in ceea ce priveste continuitatea variatiei influentata de prezenta fisurii, *figura 11*.

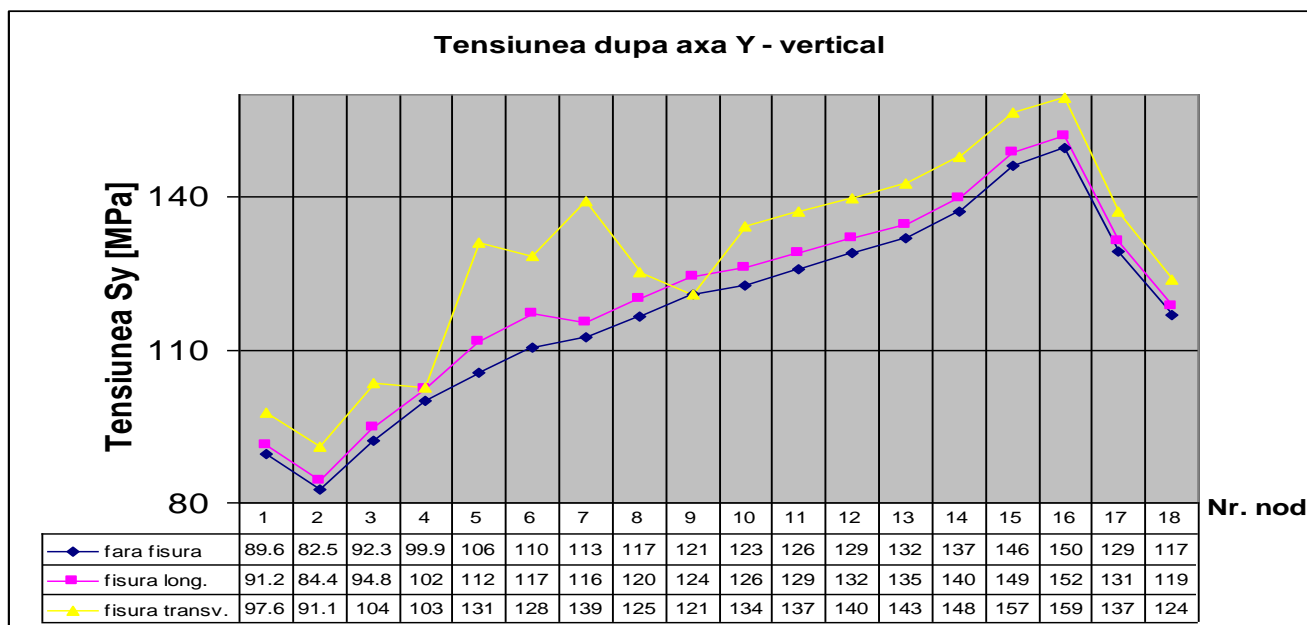


Fig. 11. Variatia tensiunilor σ_y – pe directie verticala

In *figura 12* sunt prezentate graficele de variatie a tensiunii σ_y – maxime in cele trei cazuri. Se constata valori mult mai mari a tensiunii maxime in cazul cordonului de sudura ce contine inglobata o fisura transversala.

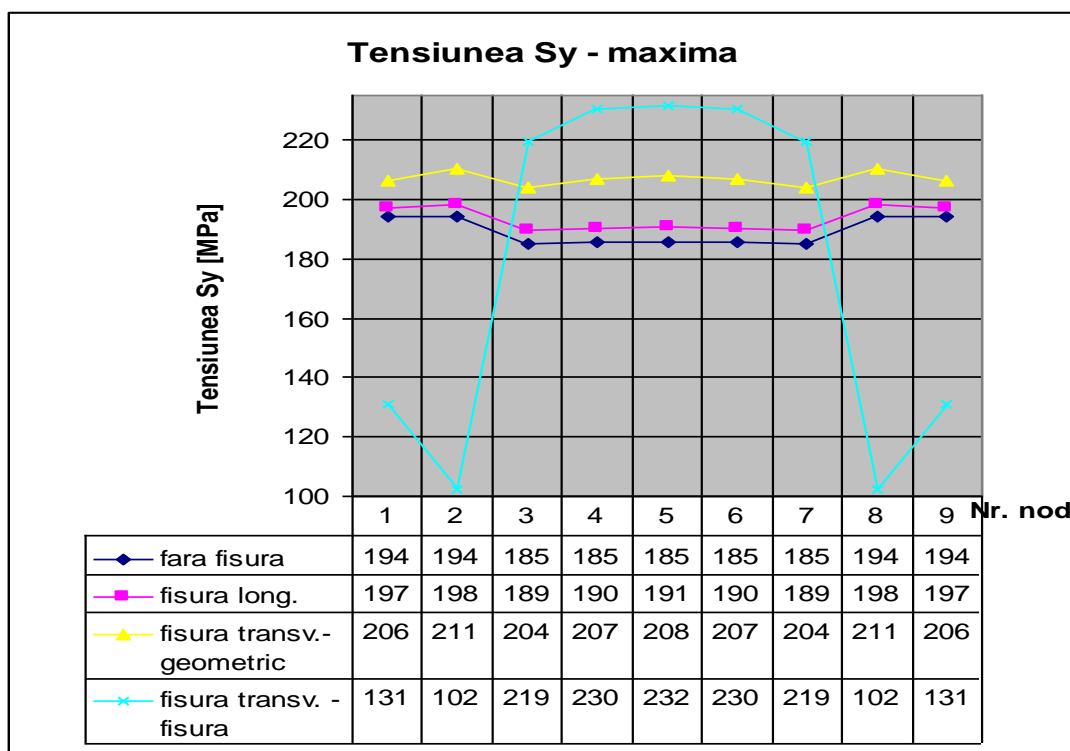


Fig. 12. Variatia tensiunilor σ_y – maxime

CONCLUZII

Geometria cordonului de sudura luata in considerare in cadrul acestui studiu, introduce concentratori de tensiune la trecerea de la materialul de baza la cordonul de sudura. Ca urmare, se impune, pe cat posibil, polizarea ambelor suprafete ale sudurii.

Se constata faptul ca introducerea unei fisuri longitudinale – cu dimensiunea pe axa longitudinala, care este si directia de sollicitare, mult mai mare decat celelalte doua dimensiuni, nu influenteaza in mod semnificativ variatia tensiunilor. In schimb, prezenta unei fisuri transversale, cu dimensiunea cea mai mare aflata pe directie transversala, modifica substantial starea de tensiuni. Din figura 12 se poate constata faptul ca, tensiunile maxime se inregistreaza in imediata apropiere a fisurii. Luate pe directie orizontala in cordonul de sudura, apar salturi semnificative ale tensiunii σ_y de la un nod la altul.

BIBLIOGRAFIE

2. Pavescu, D., Radulescu Gh., Gafitanu, M., Crudu, I., Gheorghiu, N., "Organe de masini", Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1985
3. Dumbrava, D., Sarlau, C., "Proiectarea masinilor, utilajelor si constructiilor sudate", I.P. Timisoara, 1992
4. Goanta V., "Rezistenta materialelor – Notiuni fundamentale", Ed. "Gh. Asachi", Iasi, 2001, ISBN 973-8050-97-9
5. Goanta V., "Mecanica Ruperii", Ed. Tehnopress, Iasi, 2006, ISBN 973-702-299-8
6. Goanta V., Palihovici V., "Expertize in Ingineria Mecanica", Ed. Tehnopress, Iasi, 2006, ISBN 973-702-298-X
7. Goanta V., "Materiale ceramice tehnice", Ed. Performantica, Iasi, 2003, ISBN 973-7994-15-9
8. Barsanescu P.D....Goanta V., "Tensiuni remanente", Ed. Gh. Asachi, Iasi, 2003, ISBN 973-8292-91-3