

CORELARE ÎNTRE MICROSTRUCTURA ȘI DURITATEA ȘINELOR DE CF SUDATE, REALIZATĂ ÎN URMA ÎNCERCĂRILOR DIN LABORATORUL SITVF-ONFR-AFER

Efectul variației locale a proprietăților metalurgice și mecanice de-a lungul suprafeței de rulare a unei șine de CF este important pentru rezistența șinelor sudate. Adesea, pe locul micilor adâncituri, formate în zona de tranziție dinspre sudură (SD) spre materialul de bază (MB) al șinelor îmbinate, materialul șinei se află în așa-numitele „zone de influență termică” (ZIT) – foto 1.

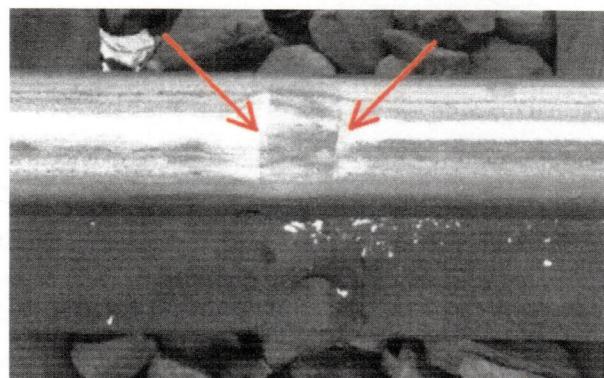


Foto 1

Fenomenul este cauzat de contractia materialului în curs de răcire după sudare, dar și în urma debavurării, îndeosebi când temperatura oțelului nu a fost suficient de scăzută, în momentul polizării finale. Se pot observa aceste deformări, în special, la sudurile aluminotermice, la reparațiile din cale, ce sunt executate în condiții neoptime și sub presiunea timpului.

Aceste ușoare adâncituri coincid cu minimele de duritate locale de-a lungul suprafeței de rulare la limita ZIT cu MB, de-o parte și de alta a zonei sudate (SD), fiind numite „zone de atenuare (sau înmuiere) termică” (ZAT) spre MB al fiecărei șine.



Foto 2

În laboratorul metalografic AFER, aspectul macro în secțiune longitudinală al ZATa și ZATb este evidențiat pe o epruvetă prelevată și prelucrată mecanic dintr-un

cupon de sudate electric, notat cu WT 0012. Benzile subțiri, de culoare deschisă, situate la marginea ZIT spre cele două MB, sunt chiar ZATa și ZATb - foto 2.

Acestea (ZATa și ZATb) se pot vedea schematic pe graficul din fig. nr. 1, unde duritatea Vickers (HV) fluctuează de obicei între (250...400) HV. De exemplu, în MB duritatea pornește de la 260 HV pentru şinele noi, din mărci de oțel obișnuit (crescând la 300 HV după polizare și ecrusarea la rece inițială, datorată exploatarii/circulației trenurilor) și până la 400 HV pentru şinele noi, călite în ciupercă.

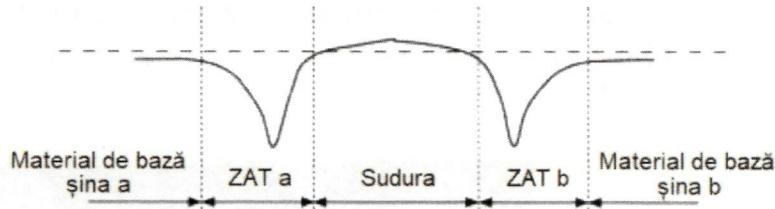


Fig. 1

În laboratorul metalografic și mecanic al AFER-ONFR au fost examineate microstructuri și determinate durități Vickers (HV30) pe aceeași șină sudată electric - WT 0012, în zonele de interes de pe șina din stânga (a), respectiv de pe șina din dreapta (b): MB, ZIT/ZAT și SD. În acest caz, după sudarea prin presiune, sudura (SD) este reprezentată de o linie de sudură (LS). Variațiile structurale sunt similare pentru şinele sudate electric cu cele sudate aluminotermic.

Microstructurile înregistrate la microscop, ce arată trecerea dinspre linia de sudură (LS) spre materialele de bază ale celor două șine sudate (MBa și MBb), sunt prezentate în tabelul nr. 1:

Tabelul nr. 1

| MBa, 500x | ZIT2a spre ZATa, 100x | ZIT1a, 100x | SD, 100x | ZIT1b, 100x | ZIT2b spre ZATb, 100x | | MBb, 500x |
|----------------------------------|--|---|---|---|--|--|-----------------------------------|
| Structură perlitică, șina stângă | ZAT – structură perlitică cu granulație mărită | ZIT – structură perlitică fină, globulizată, durificată | Linie de sudură de ferită pe fond perlitic-zona îmbinării șinelor | ZIT – structură perlitică fină, globulizată, durificată | ZAT – structură perlitică cu granulație mărită | | Structură perlitică, șina dreapta |
| I | II | III | IV | V | VI | | VII |

Din tabelul nr. 1, în imaginile II și VI, se observă că structura perlitică în ZIT, de tranziție spre materialul de bază al șinelor (MB), neafectate termic, prezintă o granulație ușor crescută, ceea ce corespunde unei scăderi a durității metalului șinelor (înmuiere) în ZAT. Aceste transformări structurale corespund și alurii graficului duritate Vickers în funcție de distanța de măsurare, în lungul cuponului de șină – fig. 2.

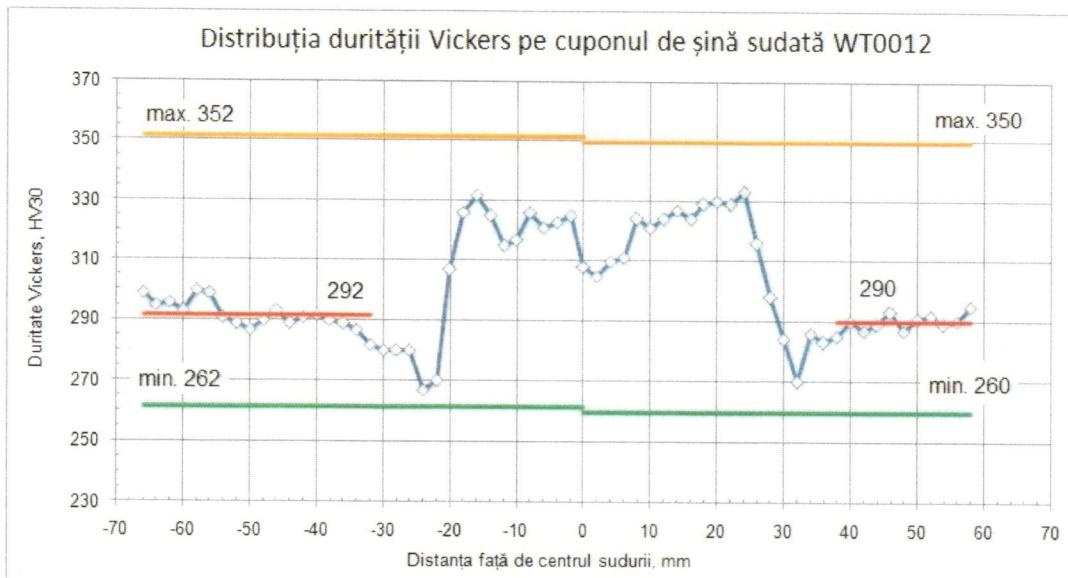


Fig. 2

Un cupon de șine sudate, cu structurile redate în tabelul nr. 1, a trecut cu succes examinarea microscopică, dacă nu prezintă nicio urmă de martensită sau bainită, la mărirea de 500x (analize făcute la microscopul optic).

Un cupon de șine sudate, care a trecut cu succes testul de duritate va îndeplini întotdeauna condițiile ca:

- duritatea minimă să nu fie mai mică de (P-30) HV30;
- duritatea maximă să nu fie mai mare de (P+60) HV30;

unde P = duritatea medie a șinei neafectate termic, măsurată prin distribuirea durității pe MBa (pe grafic, 292 HV) și MBb (pe grafic, 290 HV).

Prin urmare, pe lângă alte verificări și încercări de laborator, dacă există o corelare între microstructură și duritate, conform criteriilor impuse de standardul de încercări de conformitate, se consideră că șina sudată a trecut de procedura de calificare pentru metoda de sudare respectivă.

Bibliografie:

- Rail welds - M.J.M.M. Steenbergen, R.W. van Bezooijen, in Wheel–Rail Interface Handbook 2009;
- SR EN 14587-2:2009 „Aplicații feroviare. Cale. Sudarea șinelor prin topire intermediară. Partea 2: Șine noi de mărcile de oțel R220, R260, R260Mn și R350HT cu mașini mobile de sudat în alte locuri decât într-o instalație fixă”;
- SR EN 14730-1+A1 „Aplicații feroviare. Cale. Sudarea șinelor aluminotermic. Partea 1: Aprobarea procedeelor de sudare”.

Autori: ing. Veronica NICOLAOS, AFER – ONFR – SITVF
 ing. Traian IORDĂNESCU, AFER – ONFR – SITVF