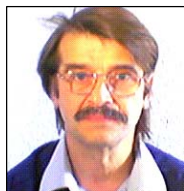


RECONDIȚIONAREA ȘINELOR DE TRAMVAI PRIN ÎNCĂRCAREA CU SUDURĂ



Drd. ing. Adrian GÂLEA
S.C. CET S.A. – Brașov

Absolvent al Facultății S.I.M., Universitatea „Transilvania”, Brașov, 2008. Master în ingineria sudării. Experiența în proiectarea și controlul sudurilor. În prezent este inginer la S.C. CET S.A. Brașov. A publicat 8 lucrări științifice. Doctorand din anul 2008.

Drd. ing. Lucian FERARU

Universitatea „Transilvania” din Brașov

Absolvent al Facultății S.I.M., Universitatea „Transilvania”, Brașov. Master în ingineria sudării (2009). Are o vastă experiență, de peste 14 ani, în prelucrarea de metale nobile. A publicat 10 lucrări științifice. Doctorand din anul 2008.



Drd. ing. Dan Iulian FLORICEL
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Absolvent al Facultății S.I.M., Universitatea „Transilvania”, Brașov, 2004. Master în ingineria sudării, 2007. A lucrat în Germania ca inginer proiectant repere auto interioare/exteroare din mase plastice pentru Mercedes-AMG. A publicat 13 lucrări științifice. Doctorand din anul 2005.

Prof. dr. ing. Iacob Nicolae TRIF

Universitatea „Transilvania” din Brașov

Absolvent al Facultății de Electronică și Telecomunicații, Institutul Politehnic București, 1971. A publicat 4 cărți de specialitate și peste 120 de lucrări științifice. A participat la 20 de contracte și granturi de cercetare științifice. Conducător de doctorat, specialitatea Inginerie industrială.



REZUMAT. Pentru o folosire a șinelor de tramvai pe o perioadă cât mai îndelungată s-a recurs la recondiționarea acestora folosindu-se un procedeu de sudare prin încărcare a suprafețelor deteriorate. Acest procedeu de recondiționare se realizează cu ajutorul unui aparat de sudat electric asistat, programat și condus de un calculator. În lucrare este prezentată instalația de încărcare prin sudare, ca și materialele de adaos ce se depun pentru realizarea recondiționării.

Cuvinte cheie: șine de tramvai, sistem automat de sudare, auto control, recondiționare prin încărcare.

ABSTRACT. To extend the use of tramway rails for as long as possible, applying a loading with welding process is required to refurbish the worn surfaces of the rails. This refurbishing process is executed using electrical welding assisted device, programmed and driven by a computer. This paper presents the loading with welding installation and the deposited layer materials used to achieve the refurbish.

Keywords: tramway railways, automated welding system, self-control, refurbishing by welding.

1. INTRODUCERE

Ca urmare a dezvoltării producției industriale, necesarul de materii prime și materialele crescute, în relație directă cu dezvoltarea, a determinat crearea unor mijloace de transport cu capacități mai mari, mai puternice, sigure în exploatare și care să realizeze viteze sporite și siguranță pentru transportul urban. Tot ca o consecință a

dezvoltării industriale a apărut necesitatea transportului de călători în marile orașe ce dețin platforme industriale, în deplină siguranță, confort și cu durate de călătorie cât mai reduse.

Încă din primele zile ale transportului feroviar s-a pus un accent important pe îmbunătățire, calitate și, nu în ultimul rând, pe siguranță. Toate companiile de transport tind să îmbunătățească aceste caracteristici,

prin respectarea normelor tehnice obligatorii în activitățile de construcție, modernizare, exploatare, întreținere, reparație și verificare tehnică a materialului rulant și a infrastructurii feroviare.



Fig. 1. Aspect al căii de rulare pentru tramvaie.

Gradul de uzare și deteriorarea suprafeței de rulare a șinei de tramvai se prezintă neuniform, depinzând de modul în care apare solicitarea la uzură. Astfel, în zonele de curbă sau la trecerea prin macazuri, bandajul lateral al roților de tramvai solicita intens la uzură prin strivire și frecare suprafața laterală interioară a căii de rulare. Gradul de uzură este direct influențat și de materialului din care este fabricată calea de rulare.

2. PROCEDEE DE RECONDIȚIONARE

Reconstrucția căii de rulare se poate realiza prin sudarea prin încălzire manuală, semi-mecanizată sau complet automatizată. Alegerea procedurii optime în funcție de aplicație și de costuri se poate face dintr-o gamă largă de procedee de încălzire, precum: SEI (Sudarea cu Electrode Învelite); sudare automată sub strat de flux; MIG/MAG; WIG/TIG; sudarea cu plasmă; procedeul de sudare cu flacără oxiacetilenică.

3. SOLUȚII DE REPARAȚIE PENTRU ȘINELE DE TRAMVAI

Tramvaiele sunt unele din cele mai ecologice și economice mijloace de transport în comun din țara noastră. Inovațiile tehnice aplicate de-a lungul timpului au îmbunătățit în mod constant și consistent confortul pasagerilor precum și siguranța circulației, o dată cu creșterea vitezei de deplasare. O serie de îmbunătățiri aduse căii de rulare, conform figurii 2, constau în așezarea pe căptușeli din cauciuc a acestora pentru reducerea zgomotului, o mai bună izolație electrică, precum și mai puține vibrații. Un dezavantaj al șinelor încastate în blocuri de beton este acela că nu sunt ușor de înlocuite, ca cele așezate pe pietriș sau pe amestecuri bituminoase.

Această soluție oferă o serie de avantaje precum creșterea siguranței, creșterea vitezei de deplasare, reducerea zgomotului produs prin circulație precum și eliminarea necesității montării respectiv demontării căii de rulare pentru efectuarea de reparații.

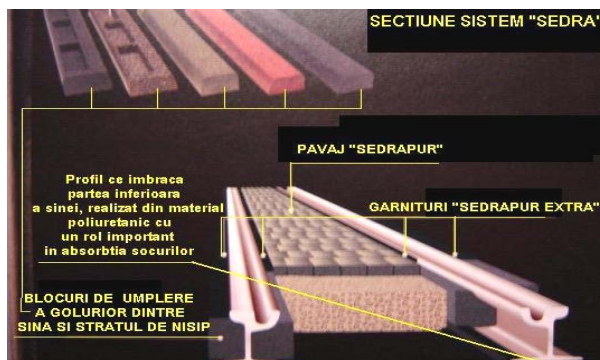


Fig. 2. Structură cale de rulare tramvai.

4. UTILAJUL DE RECONDIȚIONARE

Utilajul de sudură prezentat în figura 3 oferă o soluție ieftină pentru repararea șinelor de tramvai care sunt încastate fie în beton, fie în amestecuri bituminoase. Evitând înlocuirea căii de rulare se reduc substanțial costurile reparației precum și durata acesteia. În plus, alte componente ale căii de rulare, precum indicatoarele de oprire și macazurile, pot fi reparate eficient cu acest sistem portabil, versatil și eficient.

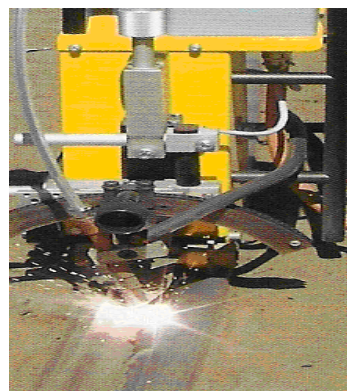


Fig. 3. Unitatea mobilă de reconstrucție prin sudare.

Din punct de vedere dimensional este un utilaj compact, cu manevrabilitate ridicată, putând fi deservit și de un singur operator. Utilajul poate fi tras cu mâna și ușor de instalat / deinstalat, permițând ca procesul de reconstrucție prin sudare a căii de rulare să fie efectuat în intervalul de timp dintre trecerea succesivă a două garnituri (tramvaie) prin locația punctului de lucru mobil.

Procesul de sudare este rapid, având intervale de utilizare mici, datorită încărcării rapide cu material de adaos exact în cantitățile necesare remedierii complete a șinei, pentru a putea fi adusă la parametri tehnici impuși de exploatare în condiții de siguranță și îndepărtarea rapidă a zgurii.

Utilajul este format dintr-un cărucior cu 4 role pe care sunt montate capul de sudare, ghidajele și panoul de comandă. Deplasarea se efectuează pe un singur fir al căii de rulare, cu role ajustabile, potrivit-se pe borduri și capete de linie. Panoul de control de deasupra cutiei de alimentare prezintă simboluri marcate clar pentru alimentarea rapidă cu material de adaos, reglare viteză de circuit și funcțiile de oprire/ pornire ale aparatului de sudură.

Ghidajul curbat pe care este plasat capul de sudură permite poziționarea ușoară și precisă a extensiei de alimentare cu material de adaos între 0 și 90°, în timp ce ghidajele orizontale și verticale permit poziționarea în două planuri, x și y .

Utilajul de sudare se poate mișca și în plan orizontal, putând fi rotit cu până la 360°, fapt ce îi conferă posibilitatea de a recondiționa și corecta șina paralel urmând sensul invers de mers. Printr-o simplă acționare se rotește ansamblul ce se află montat pe un ghidaj circular, acesta fiind acționat electric. Capul de sudare se retrage automat, iar prin comanda de rotire tot ansamblul se rotește cu 180°, poziționându-se pe șina paralelă și reluându-și ciclul de recondiționare în mod automat.

Pentru corectarea ecartamentului șinei de cale ferată se pot utiliza două astfel de dispozitive așezate în paralel, poziționate la valoarea standard a ecartamentului, ele lucrând simultan. Prin acest procedeu se îmbunătățesc parametrii tehnici ai căii de rulare, rezistența la uzură și șoc mărindu-se considerabil.

Utilajul este alimentat de la o sursă de curent de minimum 220 V portabilă, care se poate atașa pe cărucior. Viteza de sudare variază de la 30 mm la 100 mm pe minut, depinzând de condițiile tehnice locale.

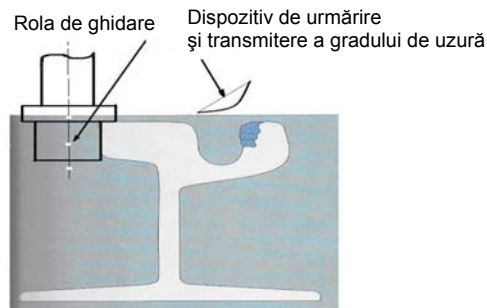


Fig. 4. Dispozitiv de urmărire și corecție.

Dispozitivul de urmărire și corecție a profilului, prezentat în figura 4, este realizat dintr-un limitator cu

rolă, ce este dispus pe fața laterală inactivă a căii de rulare și un senzor de urmărire a uzurii acesteia, ce comunică cu sistemul de comandă computerizat pentru corecția în timp real al reglării vitezei de deplasare și a parametrilor procesului de recondiționare prin încărcare, pentru aducerea la parametrii geometrici inițiali a suprafeței uzate a căii de rulare.

Consumabilele pentru oțelurile dificil de sudat sunt foarte importante la acest procedeu. Se recomandă a se folosi materiale ce se pretează la schimbări micro-structurale ale oțelului, fără inducerea de tensiuni interne ce pot conduce la apariția defectelor. Un material de adaos folosit pentru acest tip de proces de recondiționare este EN1470 T Fe 9. Folosirea acestui tip de procedeu de recondiționare asigură profilul final al căii de rulare, eliminând necesitatea unor prelucrări mecanice, ulterioare operației de încărcare prin sudare.

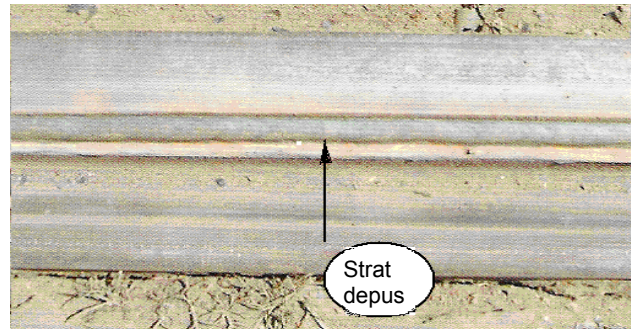


Fig. 5. Profilul căii de rulare recondiționat prin încărcare prin sudare.

Unul dintre componentele de aliere ale materialului de adaos depus este dioxidul de titan TiO_2 . Acesta asigură foarte bune proprietăți mecanice, o bună rezistență la coroziune a stratului depus, precum și o ușoară îndepărtare a stratului de zgură (fig. 6).

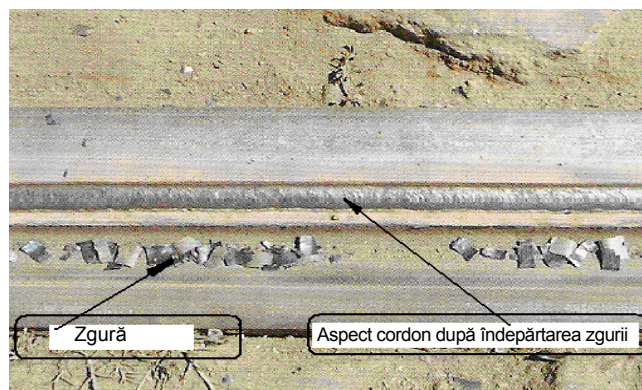


Fig. 6. Cordonul de sudură după îndepărtarea stratului de zgură.

Materialul de adaos în sudură formează o suprafață dură, rezistentă la frecarea metal pe metal, realizând o rezistență la uzură îndelungată. În figura 7 se prezintă, în secțiune transversală, aspectul cordoanelor de sudură depuse succesiv în zona recondiționată în urma uzării excesive.



Fig. 7. Aspect cordoane de sudură în secțiune.

Compoziția chimică a sârmei electrod de încărcare, de formă tubulară, umplută cu pulberi metalice de dioxid de titan, având ca material de bază un oțel înalt aliat (13%) cu mangan, utilizată pentru a realiza o sudare omogenă a oțelurilor aliate și a oțelurilor cu sudabilitate limitată, este prezentată în tabelul 1. Stratul depus, aliat cu dioxid de titan are rol de strat tampon, înaintea adăugării stratului de întărire. Stratul depus prezintă caracteristicile unei suduri de bună calitate și o înlăturare excelentă a stratului de zgură.

Tabelul 1. EN14700, T Fe 9, compoziție chimică a materialului de adaos

| Element chimic | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo |
|----------------|------|-----|------|------|-----|-----|
| Procente [%] | 0,03 | 0,6 | 13,5 | 15,5 | 1,8 | 0,8 |

Materialul de adaos depus, precum se observa din tabelul 1, este un oțel manganos. Manganul fiind un element austenitogen, lărgeste domeniul soluției solide γ (gamma), determinând la un grad înalt de aliere formarea unei microstructuri austenitice a stratului depus la temperatură obișnuită. La solicitări mecanice violente, șocuri, microstructura austenitică se transformă în martensită prin fenomenul de auto-durificare. Astfel, materialul depus prin sudare conferă un comportament excelent la frecarea metal pe metal și rezistență la șoc cauzată de frânările bruște ale tramvaiului și de frecările în zone curbe datorate masei inerțiale foarte mari a materialului rulant. Duritatea cordonului de sudură depus este de aproximativ 250 HB iar în urma fenomenului de auto-durificare, în timpul exploatarei aceasta poate ajunge până la 450 HB. Prin aplicarea

acestui procedeu de sudare se obține o încărcare omogenă fără a se induce tensiuni interne, cu proprietăți mecanice excelente.

Tabelul 2. Compoziția chimică a materialului căii de rulare

| Element chimic | C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni |
|----------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|
| Procent [%] | 0,28 | 0,25 | 1,43 | 0,021 | 0,028 | 0,024 | 0,02 |

Prin comanda și controlul computerizat al procesului de sudare se elimină necesitatea recalibrării dimensionale a căii de rulare

5. CONCLUZII

În lucrare s-au urmărit obiectivele:

- reducerea factorului de stres a operatorului și îmbunătățirea calității prin execuția automată într-un mediu controlat de calculator;
- obținerea unui cordon de sudură uniform, lipsit de defecte tipice sudării cum ar fi: porozități, fisuri, neomogenități;
- cordonul de sudură să asigure o duritate continuă și uniformă pe întreaga suprafață recondiționată;
- înlăturarea rapidă, fără dificultate, a stratului de zgură, asigurată printr-un sistem integrat de fărâmițare a stratului;
- reducerea cerințelor de calificare a operatorilor sudori;
- fixarea aparatului direct pe șina de cale ferată ce trebuie recondiționată;
- asigurarea parametrilor de recondiționare ce se realizează automat, aparatul fiind dotat cu un alimentator automat de material de adaos, fiind asistat electronic pentru a realiza încărcarea prin sudare indiferent de gradul de uzură al piesei ce urmează a fi recondiționată;
- reducerea timpilor de recondiționare, nefiind necesară demontarea și montarea ulterioară a altei șine;
- reducerea consumului de manoperă;
- reducerea consumului de materiale energo-intensive;
- evitarea întreruperii traficului pe perioada efectuării operațiilor de recondiționare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] N. Trif, *Sudarea robotizată cu arc electric*, Editura Lux Libris, 2005.
- [2] N. Trif, *Mecanizarea, Automatizarea, Robotizarea proceselor de sudare*, Universitatea „Transilvania” din Brașov.
- [3] *** Catalog de prezentare ESAB TRAMTRAC II.