

CERCETARI PRIVIND FIABILITATEA ECHIPAMENTELOR TEHNOLOGICE RECONDITIONATE PRIN INCARCARE CU SUDURA

RESEARCH OF RELIABILITY FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT RECONDITIONED BY WELDING LOADS

Daniela IOVANAS, Horia BINCHICIU, Kristina-Eugenia LAZAR, Ionut-Claudiu ROATA
„Transilvania” University of Brasov, Sudotim Timisoara, „Transilvania” University of Brasov
E-mail: r.iovanas@unitbv.ro, binchiciu_horia@sudotim.ro, kristina.lazar@gmail.com,
r.i.claudiu@gmail.com

Keywords: *reliability, welding, reconditioning*

The present paper refers to reconditioning by welding loads of technological equipment “Tool & Dye” type, meant for railway wagon wheels manufacturing and reliability evaluation.

Performed research was intended to obtain added special raw material (covered electrode) that would result in loaded layers, capable to resist to severe operating conditions. For this purpose, a type Eicr 2.5 V 4.5 electrode has been designed and tested. This electrode has been used to obtain loads for used surfaces in order to define the loading technology for reconditioning of this equipment.

1. MATERIALE UTILIZATE PENTRU EXECUTAREA SCULELOR

Deformarea plastica este metoda de prelucrare prin care se realizeaza deformarea permanenta a materialelor în stare solida (la cald sau la rece). Cercetarile experimentale prezentate în articol aduc noi contributii în domeniul tehnologiilor de deformare plastica în ansamblu si în particular asupra elementului determinant din procesul de deformare la cald, respectiv matrita.

În exploatare, matritele sunt supuse unor actiuni complexe, ceea ce conduce la uzarea si la necesitatea reconditionarii acestora.

Costul matritelor, ciclul lor de fabricatie, precum si implicatiile economice pe care le aduce scoaterea lor prematura din uz în timpul procesului de forjare impun criterii foarte judicioase de selectie a materialelor si tehnologiei de executie a acestora.

Cercetarea si practica industriala au condus la o gama de oteluri care se regasesc în majoritatea normelor nationale sau cataloage de producatori sub denumiri sau simbolizari specifice fiecaruia.

Dezvoltarea de materiale noi cu înalta rezistenta pentru piese matritate, cresterea puterii unitare a utilajelor si necesitatea obtinerii pieselor de mare precizie a condus implicit la realizarea de oteluri de scule pentru matrite, care sa poata raspunde unor regiuni din ce în ce mai intensive de prelucrare.

1.1. Caracteristicile impuse otelurilor pentru matrite

Regimurile de lucru la matritare difera în fuctie de specificul deformarii, totusi, ca elemente comune oricarui fel de matritare la cald sunt urmatoarele caracteristici:

- 1) Deformarea are loc prin presare sau lovire, dezvoltând în scule forte care cresc de la 0 pâna la 200daN/mm²
- 2) Matritele se înalzaesc superficial în contact cu materialul supus forjarii, care cedeaza caldura prin conductibilitate. În timpul forjarii au loc variatii alternative de temperatura la suprafata matritei de ordinul a 80-150⁰C la matritele mici si la marimi egale cu 0,5-0,6 din temperatura de forjare la piese mari si complicate datorita cresterii coeficientului de

conductibilitate termica sub influenta fortelor de deformare. Apar astfel tensiuni interne, favorizate de configuratia locasului si timpul racirii, care pot depasi rezistenta la oboseala a materialului.

3) În perioada trecerii materialul cald de la domeniul adeziv la cel de frecare se produc puternice soliciari de alunecare la suprafata activa a matritei, care au tendinta de provocare a fisurilor superficiale perpendiculare pe directia de sollicitare.

4) Curgerea materialului în locasul matritei solicita suprafetele de lucru si peretii la uzura datorita frecarii.

Toti acesti factori care actioneaza cumulat, depinzând totusi de variabilele procesului de matritare, conditioneaza în toate cazurile proprietatile care se impun unui material pentru matrite.

Fata de aceste conditii de exploatare, materiale pentru matritele de forjare la cald trebuie sa asigure urmatoarele proprietati:

- tenacitate ridicata, limita de curgere suficient de înalta la soc si la compresiune, valori de minim 30% pentru gâtuire la rupere si 8% pentru alungire, se considera acoperitoare pentru prevenirea ruperilor fragile ale matritelor.

- sa prezinte rezistenta înalta la temperaturi normale si înalte, insensibilitate la variatiile de temperatura, buna rezistenta la oboseala termica si conductibilitate termica ridicata.

- valoarea punctelor critice de transformare sa fie suficient de ridicata pentru a nu permite transformari superficiale ale austenitei care dau loc la contractii, tensionând astfel considerabil suprafata gravurii, în intervalul temperaturilor de lucru.

- sa prezinte rezistenta buna la fisuri termice, care influenteaza în mare masura durabilitatea sculei. Fisurile termice se formeaza la suprafetele de lucru, se propaga treptat în adâncime, scula devenind pâna la urma neîntrebuintabila, suprafata devenind rugoasa.

- rezistenta mare la uzura la cald, asociata cu o buna calibilitate, în scopul obtinerii unei duritati superficiale bune, însoțita de omogenitate structurala în toata masa matritei.

- rezistenta mare la oxidare superficiala în contact cu semifabricatul cald în scopul pastrarii preciziei dimensionale.

- posibilitatea de aschiere în limite tehnologice economice.

- tratament termic simplu, insensibilitate la fisurare la aceasta operatie, calibilitate mare si contractie minima.

- pret de cost cât mai scazut.

1.2. Criterii de alegere a oțelurilor de matrite

Problema alegerii marcii de oțel pentru matrite reprezinta una din cele mai importante etape din cadrul pregatirii procesului tehnologic de matritare, deoarece nu în toate cazurile proprietatile mecanice, fizice si tehnologice constituie criteriul absolut de alegere a oțelului.

Pe baza unor date practice se pot da urmatoarele indicatii pentru alegerea duritatii matritelor pentru ciocane:

- 1) Pentru blocuri de matrita mici (cu latura pâna la 200 mm) cu locas de adâncime mica (2,5 – 3 mm) si pentru matritare foarte precisa se recomanda duritate foarte mare (pâna la 500 HB).

- 2) La matrite mijlocii (latura 200 – 350 mm) cu adâncimea gravurii pâna la 10 mm se recomanda duritati mari (350 – 400 HB).

- 3) La blocuri de matrite mari (peste 350 mm latura) cu locas de adâncime medie 75 mm si geometrie complicata, se recomanda duritatea pâna la 330 HB.

4) La blocuri foarte mari, cu locas adânc se recomanda sub 300 HB, putând fi folosite chiar în stare recoapta.

1.3. Clasificarea otelurilor de matrite

Nu exista un criteriu unic si rigid de clasificare a otelurilor utilizate la executia matritelor. Astfel, din punct de vedere al grupelor de utilaje de matritare, otelurile se pot clasifica în patru grupe :

- 1) Oteluri destinate matritelor pentru ciocane, prese mecanice si prese cu fictiune.
- 2) Oteluri destinate matritelor pentru masini de forjat orizontale si agregate automate.
- 3) Oteluri destinate matritelor pentru prese hidraulice.
- 4) Oteluri pentru insertie de matrta sau pentru extrudare.

Gama otelurilor românesti standardizate pentru matrite este relativ restrânsa si orientata spre oteluri mediu aliate cu continutul redus de nichel. Astfel pentru fabricarea materitelor de farjare si presare la cald sunt indicate otelurile MoCN15 si VMoCN17 elaborate conform STAS 3611-88.

Domeniul compozitiei chimice, pe otel lichid, a marcilor mentionate este prezentata în tabelul 1.

Tabelul 1

Marca otelului	Compozitia chimica %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Mo	S	P
MoCN 15	0,50	0,50	0,15	0,60	1,30	---	0,15	max	Max
	0,60	0,80	0,35	0,80	1,60	---	0,30	0,030	0,030
VMoCN 17	0,52	0,60	0,15	1,00	1,60	0,10	0,50	max	max
	0,62	0,80	0,35	1,20	1,90	0,20	0,60	0,030	0,025

Alegerea unui otel pentru folosire curenta la executarea matritelor implica cunoasterea unor date de exploatare statistice si de cercetare si o analiza economica bine fondata pentru specificul utilizatorului.

În afara caracteristicilor mecanice trebuie sa se tina seama si de coeficientul liniar de dilatare care caracterizeaza stabilitatea de forma si dimensiuni la cald a locasului matritei.

În general, nu se poate gasi otelul care sa cumuleze în mod absolut toate proprietatile tehnico-economice ideale, astfel ca alegerea acestuia implica cunoasterea tuturor factorilor de influenta specifici.

Oteluri de matrite pentru masini de forjat orizontale si prese. Prin natura procesului de deformare, datorita vitezelor de lucru mai mici, duratei mai lungi de contact între scula si materialul încalzit, aceste oteluri trebuie sa prezinte siguranta în ceea ce priveste stabilitatea la cald si rezistenta la stabilitatea termica.

Totodata este necesara obtinerea unei duritati ridicate, stabila la temperaturile de lucru. Coeficientul de dilatare termica trebuie sa fie mai mic decât la matritele de ciocan asociat cu o mai buna conductibilitate termica. Aceste proprietati se obtin de regula prin îmbogățirea alierii cu elemente care formeaza carburi (de regula Cr si W) si ridica temperaturile punctelor critice de transformare fazica.

Otelurile din aceasta categorie se caracterizeaza prin mare rezistenta mecanica si stabilitate la cald în domeniul 500-550 °C si mentinerea duritatii peste 45 HRC în jur de 670-680 °C.

Oteluri de mare durabilitate. La matritarea superaliajelor sau la masini de forjare cu energii si viteze foarte mari, otelurile de utilizare curenta nu raspund calitatilor de anduranta. S-au elaborat astfel de tehnologii de rafinare avansate ca retopirea în baie de zgura, topirea cu fascicul de electroni sau turnarea în vid în atmosfera de argon care prin puritatea avansata asigura o fiabilitate mai mare, dar aceasta necesitate a condus spre oteluri de înalta rezistenta, aliaje pe baza de nichel, carburi de wolfram si chiar aliaje Mo+W, de costuri foarte ridicate.

Oteluri pentru matrite de debavurat. Pentru sculele de debavurat la cald se folosesc oteluri carbon sau cu aproximativ 0,45 % C pentru placile taietoare, a caror zona activa (de taiere) se încarca cu electrod de analiza comparabila cu a otelurilor de scule specifice.

Poansoanele de debavurare se executa din otel carbon sau din oteluri mediu si slab aliate de tipul MoCN 15, VmoCN 17, sau similare.

Pentru debavurarea la rece placile de taiere, se executa din oteluri cu continut de carbon mai ridicat (0,7-0,8 %) sau oteluri aliate cu crom si cu carbon peste 0,6 %.

2. DETERMINAREA FORTEI SI PRESIUNII DE LUCRU

Deformarea semifabricatului are loc prin presare sau lovire si provoaca în scule tensiuni variabile care pot atinge valori de 200 N/mm. Daca tensiunile de apasare depasesc limita de curgere a materialului matritei aceasta provoaca deformatii remanente care accelereaza procesul de uzare.

Astfel la primele lovituri aplicate materialului se deformeaza muchiile exterioare ale locasului si talpa. Sunt primele semne vizibile de uzare si se observa la muchiile active cele mai solicitate ale matritei, conturul dintre suprafata gravurii si planul puntitei magaziei de bavura.

La patrunderea materialului în gravura se deformeaza si peretii laterali iar la ultimele lovituri sunt solicitate puntea bavurii si suprafetele de soc.

Curgerea materialului semifabricatului în locasul matritei solicita suprafetele de lucru a acestuia la uzare prin frecare complexa.

În zonele de adeziune solicitate mai mult la compresiune, practic nu are loc o frecare. Datorita fortelor mari la deformarea oxizilor de pe suprafata materialului încalzit pe aceste suprafete apar amprente fine, care avanseaza în timp provocând pe suprafata piesei forjate denivelari, aspect exterior necorespunzator.

În timpul exploatarei matritelor pot apare defectiuni, care afecteaza zona activa a cavitatilor care în cele mai multe cazuri pot fi remediate sau defectiuni care compromit definitiv matritele (fisuri adânci sau rupei complete ale blocului de otel).

Cele mai frecvente defecte remediable apar la exploatarea matritelor pentru deformari plastice si sunt urmatoarele:

- eroziunea produsa de frecarile care apar între matrita si semifabricatul cald, acoperit de oxizi duri;
- oboseala termica provocata de dilatari si contractiile succesive produse de contactul temporar dintre matrita si semifabricatul cald;
- oboseala mecanica produsa de sarcinile dinamice repetate care apar în timpul exploatarei;
- deformatiile plastice provocate de micsorarea duritatii matritei si scaderea limitei de curgere în urma încalzirii.

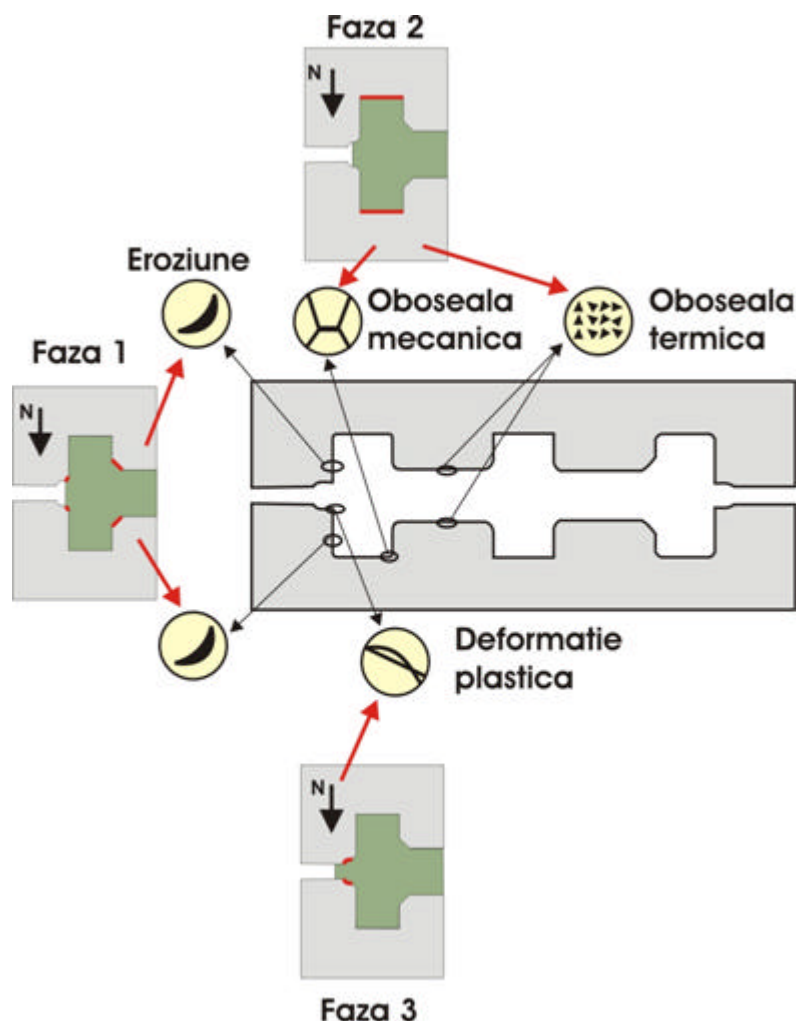


Fig.1. Defecte care pot apare în zona gravata a matritei în timpul exploatarei.

Din cauza erorilor ce apar la stabilirea dimensiunilor canalului de bavura si ale semifabricatului supus deformarii, precum si pentru asigurarea umplerii locasului matritei cu material, va aparea în mod inevitabil ca necesara si cea de a treia perioada a matritarii cu bavura (expulzarea din locasul matritei a surplusului de material dupa formarea completa a piesei). Forta de matritare maxima corespunde acestei perioade, în ultima etapa a ei, când înaltimea puntitei bavurii este minima.

La piesele circulare în planul de separatie este supus deformarii si materialul care a curs în magazia bavurii, fapt pentru care presiunea necesara deformarii bavurii pe portiunea puntitei este mai mare decât la piesele lungi fiind data aproximativ de relatia:

$$P_b = 2k \left(1,5 + \frac{l_h}{h_b} \right) \quad (1)$$

iar forta de deformare, a întregii bavuri

$$F_b = 2k \left(1,5 + \frac{l_b}{h_b} \right) \cdot l_b p \cdot (D_p + l_b) \quad (2)$$

unde D_p este diametrul piesei în suprafata de separatie.

În figura de mai jos se poate observa distributia fortelor pe suprafata matritei :

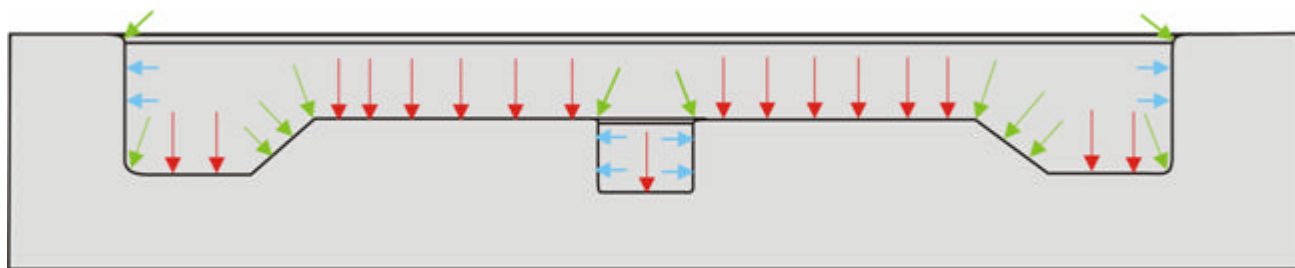
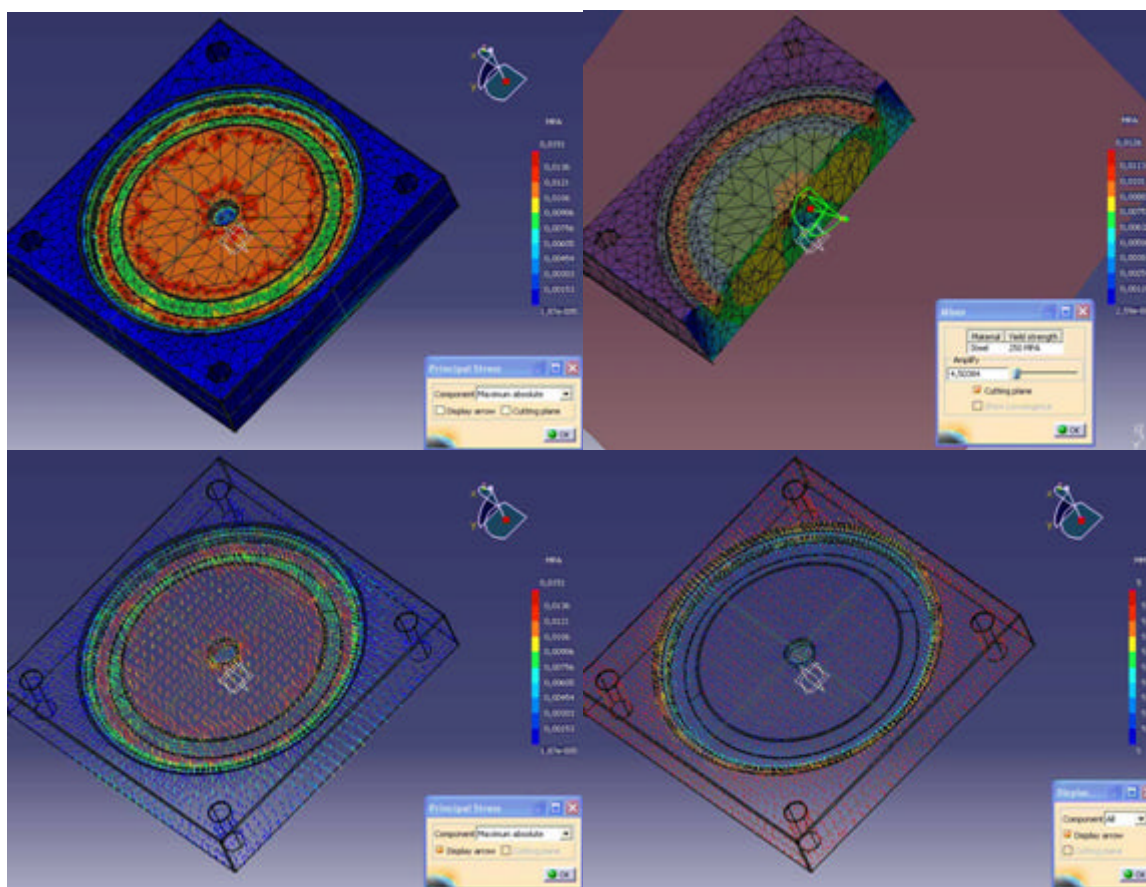


Fig. 2. Repartizarea forțelor pe suprafața matriței.



3. TEHNOLOGII DE RECONDITIONARE SPECIFICE MATRITELOR

3.1. Procedee de reconditionare

Procedeele de reconditionare a pieselor prin sudare se folosesc în scopul depunerilor de material pentru compensarea uzurilor, a recuperării pieselor cu fisuri, crapături sau sparturi, pentru îmbinarea unor piese rupte sau a elementelor componente ale unor dispozitive sau construcții sudate.

Aceste procedee au următoarele **avantaje**:

- nu necesită utilaje complexe, costisitoare, complicate.
- straturile depuse prin sudare pot avea grosimi variabile.
- operațiile pregătitoare ale suprafețelor nu sunt complicate, de cele mai multe ori, reducându-se la simple spalări și degresări

- sunt productive, eficiente si au un cost redus, putându-se mecaniza si automatiza.
- pot fi reconditionate piese care înglobeaza o mare valoare de manopera si material.

În comparatie cu alte procedee de reconditionare, procedeele prin sudare prezinta însa si unele **dezavantaje**:

- stratul depus este neuniform, cu denivelari crescând volumul prelucrarilor mecanice ulterioare.
- temperaturile ridicate realizate în cusaturi în timpul sudarii modifica structura materialului de baza al piesei, de aceea, dupa reconditionare, acestea vor fi supuse unor tratamente termice.

3.2. Tehnologia de reconditionare cadru a matritelor uzate destinate fabricatiei de roti de vagoane.

Pe baza analizei uzurilor constatate se impune realizarea unui profil geometric al zonelor cu defect în vederea stabilirii proiectarii configuratiei geometrice a deformarii precum si a stabilirii modului de pregatire a suportului în vederea încarcarii.

Din punct de vedere al caracteristicilor mecano-metalurgice ale materialului de adaos utilizat pentru încarcare, acesta va trebui sa asigure în exploatare o rezistenta buna la solicitarile complexe specifice diferitelor zone ale matritelor si care difera semnificativ între ele. În zona suprafetelor active se impune utilizarea unor materiale dure si tenace, bogate în carburi de wolfram sau malibden si termostabile la conditiile de functionare.

Din punct de vedere metalografic aceste deziderate sunt satisfacute din depunerile constituite dintr-o matrice cu granulatie fina din martensita aliata cu elemente termostabilizante si austenita reziduala aliata eventual cu carburi complexe crom-vanadium sau crom-molibden, uniform distribuite în întreaga masa a acestuia. În acest sens a fost conceput si realizat un electrod special pentru încarcare EICr2,5W4,5V.

Compozitia chimica a metalului depus prescrisa prin STAS 1125/6-90 pentru grupa 111-a de aliere si valorile determinate pe lotul de electrozi EICr2,5W4,5V sunt redade în tabelul 2.

Tabelul 2

Marca electrodului sau normativ	Compozitia chimica %								
	C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	V	W	Co
STAS 1125/6-1990 gr.III-a de aliere	0,2 - 0,7	-----	0,8 - 2,0	1,0 - 14,0	Max 1,0	Max 5,0	0,15 - 1,5	1,0 - 10,0	Max 15
EICr2,5W4,5V	0,2- 0,5	-----	1,0 1,5	2,0 3,0	MAX 1,0	MAX 1,5	0,4 1,0	3,0 5,5	-----

Analiza datelor din tabelul 2 evidentiaza faptul ca valorile determinate se încadreaza în prevedile STAS 1125/6-90.

Structura metalului depus prin sudare cu electrod învelit de tipul EICr2,5W4,5V pe MB de tipul MoCN15 si VMoCN17 se poate estima cu ajutorul diagramei Schaeffler, figura 3.

Pentru MA de tipuk EICr2,5W4,5V, compozitia chimica este:

C = 0,2%-0,5%, Si = 1,0%- 1,5%, Cr = 2,0%- 3,0%, Mo = max. 1,0%, Ni = max. 1,5%,
V = 0,4%- 1,0%, W = 3,0%- 5,5%

$$C_{re_m} = 7,5$$

$$N_{ie_m} = 7$$

$$C_{re_M} = 11,75$$

$$N_{ie_M} = 16$$

Aceste doua variante au facut obiectul experimentelor efectuate pâna în prezent urmând a fi extinse si la alte tipuri de scule destinate prelucrării prin deformare plastica, în cadrul colaborarilor pe care le avem cu firme care produc (fabrica) matrite precum si a altei firme (SUDOTIM-TIMISOARA) cu care colaboram în privinta producerii de noi materiale de adaos (electrozi) pentru operatii de încarcare prin sudare.

4 CONCLUZII

Sinteza cunostiintelor acumulate în domeniul fabricării si reconditionării sculelor pentru prelucrarea prin presare a evidentiat necesitatea continuării cercetarilor în directiile:

- elaborarea unor noi materiale pentru încarcare cu performante ridicate si compatibilitate buna la sudare cu otelurile de scule
- elaborarea unor programe expert pentru tehnologiile de fabricare si reconditionare a sculelor de prelucrare prin presare
- determinarea statistica a carcteristicilor de anduranta, fiabilitate si disponibilitate a sculelor executate cu noile tehnologii
- elaborarea unor module matematice de proiectare si mentinere a calitatii materialelor de încarcare prin sudare în limita acceptabilitatii.

BIBLIOGRAFIE

- [1] AMZA, G. s.a: *Tratat de tehnologia materialelor*. Editura Academiei Române, Bucuresti 2002.
- [2] ANDREIAS, I.: *Fiabilitatea sistemelor tehnologice*. Institutul National de Informare si Documentare. Bucuresti 1990.
- [3] BADEA, S.: *Forjarea si optimizarea materialelor metalice*, Editura Didactica si Pedagogica Bucuresti, 1980, p. 40-50, 167.
- [4] BARON, T.: *Calitate si fiabilitate*. Vol. I-II. Editura Tehnica, Bucuresti 1998.
- [5] BINCHICIU, H. s.a: *Electrod învelit aliat cu crom wolfram si vanadiu destinat remanierii matritelor pentru deformare la cald*, Vol.I, p.3-25, Raport de cercetare, ISIM Timisoara, 1985.
- [6] BINCHICIU, H.; IOVANAS R.: *Încarcarea prin sudare cu arcul electric*, Editura Tehnica Bucuresti 1992.
- [7] IOVANAS, D.; IOVANAS, R.: *Reconditionarea si remanierea produselor sudate*, Editura Transilvania Brasov 2006.