

**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL DE DOCTORAT MINE, PETROL ȘI GAZE**

Ing. TIHANOV-TĂNĂSACHE DANIEL

TEZĂ DE DOCTORAT

-REZUMAT-

**CERCETĂRI PRIVIND POSIBILITĂȚILE DE
ÎMBUNĂTĂȚIRE ALE ACTIVITĂȚILOR DE
MENTENANȚĂ ALE ECHIPAMENTELOR
TEHNOLOGICE DIN CARIERE**

**RESEARCH ON THE POSIBILITIES OF IMPROVING THE
MAINTENANCE ACTIVITIES
OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN QUARRIES**

**Conducător de doctorat:
Prof.univ.dr.ing. FLOREA Carmen Georgeta**

**Petroșani
2017**

CUPRINS

INTRODUCERE

CAPITOLUL I. STADIUL ACTUAL PRIVIND STUDIUL ACTIVITĂȚILOR DE MENTENANȚĂ ALE ECHIPAMENTELOR TEHNOLOGICE DIN CARIERE

CAPITOLUL II. MENTENANȚA ECHIPAMENTELOR TEHNOLOGICE DIN CARIERA BATA

CAPITOLUL III. APLICAREA CONCEPTULUI DE MENTENANȚĂ PREVENTIV-REPETITIVĂ ÎN CARIERA BATA PRIN OPTIMIZAREA MATERIALELOR DE DEPUNERE PRIN SUDARE

CAPITOLUL IV. REDUCEREA COSTURILOR DE MENTENANȚĂ PRIN OPTIMIZAREA TEHNOLOGIEI DE ÎNCĂRCARE PRIN SUDARE A UNOR SUBANSAMBLURI UZATE

CAPITOLUL V. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PROPUNERI

BIBLIOGRAFIE

ANEXE

Cuvinte cheie: echipamente tehnologice, uzare, cariere, mentenanță, optimizare, încărcare prin sudare.

Mentenanța concretizată prin activități specifice sistemului tehnic dintr-o unitate de producție trebuie să aibă un caracter dinamic și să fie acordată la progresul tehnologic din domeniu pentru a se asigura constanța calitativă a produselor realizate.

Dezvoltarea și implementarea unor strategii de mentenanță, adaptate condițiilor de funcționare, în special, a echipamentelor tehnologice, reprezintă factori decisivi în vederea îmbunătățirii productivității într-o unitate industrială.

Scopul tezei de doctorat a fost cel de îmbunătățire a activităților specifice mentenanței preventive, dar aplicabilă dotărilor tehnice din industria extractivă, în condiții de eficiență economică.

Obiectivele urmărite pentru configurarea planului de mentenanță îmbunătățită și eficientă, necesar sistemii de echipamente tehnologice de carieră au fost:

- realizarea de materiale noi, de încărcare prin sudare, necesare pentru obținerea unor straturi rezistente la uzare a suprafețelor echipamentelor tehnologice, în condițiile unei unități de producție;

- elaborarea și realizarea tehnologiilor de încărcare prin sudare utilizând noile materiale pentru protecția suprafețelor active, intens solicitate la uzare, concomitent cu optimizarea pe criteriile eficienței economice a activităților de mentenanță, în cariera Bata.

Teza de doctorat este structurată pe patru capitole, la care se adaugă un capitol de Introducere, un capitol de Concluzii și Contribuții personale, un capitol de referințe bibliografice utilizate în redactarea lucrării și anexe.

În teză sunt evidențiate rezultatele cercetărilor teoretice și practice orientate spre integrarea conceptelor mentenanței suprafețelor intens solicitate la uzare și a celor din ingineria materialelor în domeniul mentenanței preventiv-repetitive.

Capitolul I.

Stadiul actual privind studiul activităților de mentenanță ale echipamentelor tehnologice din cariere, face o prezentare a sistemelor de întreținere și reparații și a modului în care acestea sunt organizate.

În practica industrială sunt utilizate concepte de mentenanță corectivă, preventivă, predictivă, proactivă, toate având la bază organizarea logică a activităților în funcție de sursele și resursele disponibile într-o unitate productivă. Este subliniat aspectul că există metode științifice de predicție planificată a activităților de întreținere a diferitelor sisteme tehnice, fără specificarea concretă a influenței lor asupra rentabilității.

Noul concept de mentenanță preventiv-repetitivă, care urmează unei diagnoze tehnice, la intervalele de timp dinainte stabilite, urmărește reducerea posibilităților de degradare a elementelor componente ale unui sistem, cu scopul realizării parametrilor funcționali. Spre deosebire de alte sisteme, în cazul mentenanței preventiv-repetitive se urmărește încadrarea cheltuielilor în nivelele stabilite, prin diminuarea consumurilor de energie, de carburanți, de lubrifianți și de personal.

În cazul concret al dotărilor tehnice al unor cariere, conceptul mentenanței preventiv-repetitive, presupune realizarea și recondiționarea în mod repetitiv, în condiții de eficiență economică, a subansamblurilor și a pieselor de schimb uzate.

Permanent dinamica mentenanței trebuie să fie strâns legată de progresul tehnologic.

Capitolul II

Mentenanța echipamentelor tehnologice din cariera Bata cuprinde o analiza a activităților de mentenanță, corespunzătoare utilajelor ce alcătuiesc fluxurile de producție ale carierei Bata. În această unitate se extrag, se prelucrează și se comercializează bazalte destinate cu precădere construcțiilor de autostrăzi, căi ferate, dar și altor lucrări civile.

Utilajele mobile și semimobile din fluxul de producție al carierei Bata corespund celor trei faze de producție (exclusiv împușcarea) după cum urmează:

- fluxul de concasare primară al rocii dislocate cuprinde concasorul cu fălci tip Sandvik CM1208i, excavatorul hidraulic tip Liebherr 944 L și un încărcător frontal pe pneuri tip Volvo L220 E ;

- fluxul de concasare și sortare secundară și terțiară al rocii, cuprinde concasorul secundar cu con tip Sandvik H4800, un concasor terțiar cu con tip Sandvik UH 420, o stație de sortare tip Powerscreen Chieftain 2100 și un încărcător frontal pe pneuri tip Volvo L220 E;

- încărcarea și transportul rocii se realizează cu excavatorul tip Caterpillar 345 CL, care încarcă materialul rezultat în urma lucrărilor de împușcare și un dumper articulat de 35 tone tip Volvo A35D, care efectuează transportul materialului derocat.

Activitățile de mentenanță, corespunzătoare utilajelor ce alcătuiesc fluxul de producție se realizează prin planificare anuală și cuprind: verificări periodice (Vp), revizii parțiale (Rp), revizii generale (Rg), revizii tehnice (Rt), reparații curente (Rc) și reparații capitale (Rk).

Se constată că planificarea și prioritizarea reparațiilor curente sau capitale trebuie să se facă ținându-se cont de o serie de aspecte ca:

- impactul posibilei defecțiuni asupra fluxurilor de producție din carieră;
- complexitatea și timpul necesar reparației;
- disponibilitatea pieselor de schimb;
- posibilitatea execuției reparației cu personal propriu sau personal de service de înaltă calificare (contractat);
- costul reparației curente.

Datele practice obținute cu privire la tipurile de defecțiuni și duratele de funcționare realizate, între diferitele activități de mentenanță au permis desfășurarea etapelor ulterioare de cercetări teoretice și practice. În acest sens, pentru îmbunătățirea activităților de mentenanță au fost demarate cercetări orientate spre creșterea perioadei de exploatare pentru blindajele fălcilor de concasor, precum și pentru dinții și lamele de cupă, ale încărcătoarelor frontale.

Capitolul III

Aplicarea conceptului de mentenanță preventiv-repetitivă în cariera Bata prin optimizarea materialelor de depunere prin sudare, reprezintă o sumă de realizări proprii orientate spre, obținerea prin sudare a straturilor de protecție la uzare pentru reconfigurarea suprafețelor pieselor scoase din uz, din cauza modificărilor de formă și dimensiune.

Având în vedere planificarea și prioritizarea activităților de mentenanță preventiv-repetitivă pe baza eficienței economice, precum și criteriile de selecție ale procedeelor de sudare, aplicabile direct în cariere, s-a apreciat ca oportună utilizarea sudării electrice cu electrozi înveliți.

Dezavantajele procesului actual de fabricație ale electrozilor înveliți sunt legate de modul de omogenizare a sistemelor constitutive ale învelișului și de întărire a pastei extrudate, pe vergea.

Soluțiile posibile de eliminare a acestor neajunsuri sunt cele de prealiere mecanică a elementelor constitutive (ale sistemului de aliere) și de optimizare a coeficientului de învelire.

Creșterea productivității, în cazul sudării cu electrozi înveliți, se realizează prin adaosuri de pulberi metalice în înveliș, inclusiv, a pulberilor de Fe, care însă, pot provoca creșterea conținutului de hidrogen difuzibil din asamblul sudat.

Tehnologiile actuale de obținere a electrozilor prin extruziune, permit raporturi între masa vergelei și cea a învelișului în intervalul de 50-80. Masa de învelire este alcătuită din sistemul de zgurificare și protecție a arcului, sistemul de aliere și sistemul de liere-plastifiere. Sistemele de aliere sunt constituite din feroaliaje și pulberi metalice, dozate conform rețetelor de produs și omogenizate în stare pulverulentă. Procesul de omogenizare este punctul sensibil deoarece, omogenizarea este dificilă, în cazul unor diferențe mari între procente de participare a diferitelor substanțe, în amestec.

Învelișurile electrozilor pentru încărcare, din producția curentă, sunt de tip metalo-ceramic, cu caracter bazic sau semibazic.

Obiectivul principal al cercetării a fost obținerea unor electrozi cu proprietăți tehnice și tehnologice adecvate scopului de a realiza, prin sudare, în condițiile dificile ale carierei Bata, depuneri, cu rezistență ridicată la uzura de abraziune și la oboseală .

Soluțiile aplicabile, prin modificări și adaptări la cerințele de mai sus, au fost:

- realizarea unor electrozi cu randament ridicat de depunere care depun prin sudare constituenți structurali duri și globulizați cu caracteristici fizice adecvate obținerii unor proprietăți de rezistență ridicată la eroziune și la șoc mecanic;

- crearea sistemului de aliere cu elemente necesare obținerii în depuneri a unui conținut minim de 12% Cr liber, care asigură protecția la oxidare a aliajului și respectiv, cu Cr, W, V și Ti care determină formarea carburilor complexe cu duritate și tenacitate ridicată;

- elaborarea și realizarea unui înveliș cu caracter endoterm și bazicitate ridicată, care conține substanțe generatoare de gaze și de zguri cu vâscoziți prestabilite, cu scopul sudării facile, în condiții de carieră;

- limitarea conținutului de hidrogen difuzibil la maximum 5ml/100gMD, în depuneri, prin folosirea în înveliș a pulberilor metalice cu hidrogen redus și a substanțelor minerale cu conținut minim de apă de cristalizare;

- microalierea depunerilor cu lantanide și limitarea conținutului de S și P în semifabricatele participante, în electrozi, în scopul realizării unor adaosuri de uzare ductile;

- dotarea învelișului electrodului cu substanțe cu o bună conductibilitate electrică și tensiuni superficiale, în fază lichidă, la valori reduse, în scopul realizării unor rânduri de sudare, cu raportul grosime/lățime de cca. o unitate.

Având în vedere pierderile prin ardere la trecerea elementelor de aliere prin arcul electric precum și rezerva de siguranță la diluarea cu materialul de baza s-a stabilit compoziția chimică orientativă a metalului depus. S-a ales ca alierea să se facă din sârmă și înveliș și s-a stabilit să se folosească sârma de tipul Fe-17%Cr. Rezultatele obținute au fost utilizate pentru fabricarea și testarea în condiții de carieră, a unor serii de electrozi prototip (denumiți Bata2).

În vederea îmbunătățirii procesului de aliere mixtă a depunerilor prin vergea și înveliș a fost studiat gradul de omogenitate al amestecului pulverulent al materialelor constitutive ale învelișului extrudat. Omogenizarea și alierea mecanică a substanțelor s-a făcut pe o moară planetară cu patru incinte de lucru încărcate în mod egal cu încărcătură pulverulentă și bile.

Introducerea celulozei în rețeta de produs a redus semnificativ viteza de extrudare a învelișului pe vergea datorită capacității ridicate de absorbție de către aceasta a apei conținute de silicatul de sodiu.

Pentru optimizarea conținutului de celuloză din înveliș, pe criteriul presiunii minime de extrudare, s-au realizat, serii de electrozi la care s-a înlocuit, din sistemul zgurifiant, 0,5% marmură și 0,5% fluorină, cu câte 1% celuloză.

Electrozii astfel realizați au fost testați în privința comportării la sudare în poziții dificile, în carieră. Sudarea s-a realizat în curent continuu (cu curenți de sudare de $140 \pm 5A$).

Randamentul de depunere (raportul dintre masa depunerii realizată cu un electrod și masa vergelei nude) determinat prin utilizarea a 10 bucăți electrozi prototip, în scopul evaluării comportării în privința productivității la încărcare, a fost de 118%.

Validarea rețetei electrozilor s-a realizat prin:

- determinarea compoziției chimice a metalului depus (pe stratul trei), pe o probă, cu spectrometrul SPECTROMAX (programul “bază fier și oțel de scule”); s-a observat o structură martensitică fină, bogată în carburi complexe, uniform distribuite, de tip sferic;

- încercări sclerometrice care s-au efectuat pe proba de metal depus: s-a constatat că microduritatea a variat în domeniul 606-665 HV₁₀;

Rezultatele prezentate au permis definitivarea rețetei electrozilor și depunerea unei cereri de brevet cu titlul “Vergele învelite pentru brazare și procedeu de realizare”.

Capitolul IV

Reducerea costurilor de mentenanță prin optimizarea tehnologiei de încărcare prin sudare a unor subansambluri uzate.

Soluțiile de optimizare ale tehnologiei de încărcare prin sudare vizează suprafețele active ale pieselor intens solicitate la uzare, în contact cu rocile dure și se pot aplica în perioadele de staționare ale utilajelor, pentru asigurarea mentenanței preventive. În acest fel, se urmărește dotarea suprafețelor respective cu sisteme inteligente de autoprotecție la uzare, depuse prin sudare, cu ajutorul electrozilor înveliți. Forma și caracteristicile depunerilor cu grosimea egală cu adaosul de uzare s-au stabilit prin testări repetate, pentru o anumită perioadă de lucru și prin optimizarea parametrilor regimului tehnologic, pe criteriul maximizării eficienței economice.

Factorii care influențează costurile de execuție ale sistemelor de protecție sau autoprotecție la uzare sunt:

- preîncălzirea pieselor, operație necesară înainte de încărcarea prin sudare, sau tratamentele termice, post sudare, conduc la creșterea costurilor, dar îmbunătățesc calitatea finală;

- controlul timpului de răcire al depunerilor, în intervalul de temperaturi de 800-500°C, crește costurile de producție dar, influențează favorabil microstructura zonei de influență termică(ZIT);

- utilizarea unor procedee de sudare sau a unor materiale de sudare cu aport limitat al conținutului de hidrogen difuzibil, scumpește mentenanța dar reduce tendința de fisurare la rece a depunerilor.

Procesele de sudare induc în ansamblul realizat, tensiuni și deformații remanente care influențează geometria sistemelor de protecție la uzare și implicit rezistența la solicitările din exploatare. Simularea și modelarea matematică a câmpurilor termice generate de sudare permite luarea de măsuri pentru prevenirea deformațiilor.

Configurația și caracteristicile de duritate ale piesei încărcate cu sudură influențează semnificativ transferul de căldură și orientarea componentelor tensiunilor remanente și ale solicitărilor din exploatare, respectiv, rezistența la oboseală a acesteia.

Îmbunătățirea activității de mentenanță este legată de cunoașterea fiabilității și de stabilirea legilor de distribuție teoretice care pot modela fenomenele mecanice de defectare, inclusiv de uzare ale unor subansambluri. În acest context s-a urmărit modul în care evoluează uzarea dinților și a lamelor de cupă la utilajele de încărcare VolvoL 220 E, care necesită înlocuiri frecvente. Drept urmare s-au cautat soluțiile de creștere a duratei lor de viață și de îmbunătățire a caracteristicilor lor tehnico-economice.

A fost ales procedeu de încărcare prin sudare electrică manuală cu electrozi înveliți astfel încât să se utilizeze dotarea existentă în carieră precum și remanierea facilă a dinților uzați, fără demontarea acestora de pe utilaje. Selecția materialelor de încărcare s-a făcut pe baza datelor privind rezistența la uzare și a comportamentului la sudare în poziții dificile de depunere. S-au ales electrozi

înveliti, marca SUDODUR CWTV, cu diametrul de 4 mm și tipul Bata2. Depunerile, dintr-un aliaj de tipul Cr25%-4%W-1%Ti-V, sunt bogate în carburi complexe cu duritate ridicată, ce asigură o bună rezistență la abraziune. Învelișul electrozilor, de tip bazic, conține celuloză și feroaliaje cu conținut redus de hidrogen, fapt ce asigură o comportare bună la sudare în poziție verticală și o fragilitate redusă a depunerilor.

Optimizarea parametrilor tehnologiei de încărcare prin sudare s-a realizat experimental pe două loturi de probe, pe criteriul durității maxime în zona de transfer termic ZIT, prin variația curenților de sudare (în prima etapă) și prin modificarea temperaturii între rânduri (în etapa II).

Valorile durității în zonele caracteristice (material de bază, ZIT și material de depunere) a fost cuprinsă în domeniul 437-510 HV, adică marimi superioare celor determinate pe dinții originali, în stare turnată .

În același timp, a fost constatată necesitatea îndeplinirii următoarelor condiții tehnologice:

- materialul de bază, al dintelui turnat, trebuie să fie compatibil, la sudare prin procedeul electric cu electrozii Bata2, în condițiile de temperatură și umiditate, din carieră;
- configurația și unghiurile dintre depunerile prin sudare, ce alcătuiesc sistemele de protecție la uzare, trebuie să fie corelate judicios cu sorturile de rocă, prin experimentări în carieră;
- grosimea și lungimea straturilor de adaos de uzură trebuie să nu depășească valoarea maximă a limitei de fisurație la rece.

Rezultatele obținute și înregistrate, evidențiază o creștere cu 68 % a perioadei de utilizarea dinților încărcăți cu sudură în raport cu cei fără protecție la uzare.

Eficiența economică care rezultă prin aplicarea tehnologiei optimizate, de încărcare prin sudare a dinților de cupă este de circa 8.500 lei pentru un consum de 20 dinți/carieră pentru 1,5 cicluri de producție.

Concasorul cu fălci realizează sfărâmarea pietrei brute, datorită celor două fălci (una fixă, iar cealaltă mobilă, care efectuează o mișcare de pendulare față de falca fixă).

În exploatare, falca fixă a concasorului Sandvik CM1208, este supusă la solicitări variabile astfel încât aceasta se uzează mult mai rapid decât falca mobilă. Soluția de egalizare a uzării fălcilor constă în autoprotecția suprafețelor intens solicitate cu straturi de material depuse prin sudare.

Fălcile concasorului sunt confecționate prin turnare din oțel slab aliat cu Mn, Cr, Ni, și Mo. Determinarea compoziției lor chimice, respectiv abaterile compoziționale în zonele de protecție, s-a efectuat în 5 puncte, prin metoda spectrală cu ajutorul programului pentru oțel slab aliat, cu spectrometrul mobil Texas Instrument.

S-a optat pentru procedeul de încărcare prin sudare electrică manuală cu electrozi înveliți, care s-a aplicat direct, în cariera Bata. Datorită uzurilor diferite, constatate în zona de vârf a nervurilor, s-a ales un aliaj autoecruisabil, dar tenace în profunzime, de tip austenitic, iar în zona suprafețelor laterale un aliaj dur din grupa oțelurilor martensitice.

Pentru încărcarea vârfurilor nervurilor s-au folosit electrozi din producția ELGA, marca ELGALOY C, autoecruisabili, cu proprietăți de asigurare a unui strat tampon antidifuzional, datorită conținutului ridicat de nichel, iar pentru depunerea sistemului romboidal de autoprotecție la uzare, s-au selectat electrozii Bata 2.

Criteriile de optimizare au urmărit eliminarea condițiilor de apariție a defectelor de tipul fisurilor, dar și de obținere a unor costuri de depunere, minime, în condițiile existente într-o carieră.

Compatibilitatea la sudare, între materialul de bază (MB) și cel de adaos (MA), s-a stabilit prin analiză metalografică, pe metalul depus, dar și în zona influențată termic (ZIT), conform SR

5000-97, STAS 5500-74; proba analizată, a fost executată cu parametri tehnologici optimizați folosind electrozi SUDODUR/4, (variantea cu sensibilitate ridicată la fisurare) și nu s-au constatat defecte.

Rezultatele obținute și înregistrate, au evidențiat o creștere cu 33% a duratei de viață a cuplului de fălci încărcate cu sudură în raport cu cele în varianta fără protecție la uzare.

Tehnologia elaborată a fost introdusă în programul de mentenanță al concasorului primar SANDVIK CM 1208 din cariera Bata.

Evaluarea eficienței economice s-a realizat considerând că o falcă turnată poate fi folosită și refolosită de 3 ori, într-un ciclu de producție. La un consum de 2 fălci/concasor pentru 1 ciclu de producție eficiența economică este de 7.150 lei.

Elementele active ale cupelor încărcătoarelor tip Volvo L220 execută operațiile de încărcare-descărcare a rocilor bazaltice, respectiv a agregatelor obținute din acestea; lamele cupelor încărcătoarelor frontale tip Volvo L220E sunt supuse la uzare de abraziune ceea ce provoacă degradarea neuniformă a suprafeței lor active, în special, în zonele laterale, fenomen cu evoluție rapidă care conduce la scoaterea lor din uz.

În prezent lamele cupelor sunt realizate, în variantă monobloc, din oțeluri supuse la tratamente de călire-revenire.

Sudarea, precum și repetarea sudării are efecte negative asupra durabilității, fapt pentru care s-a ales ca material de bază al lamelor, oțelul microaliat cu bor HARDOX 400; se utilizează semifabricate care se perforează (pentru realizarea găurilor de fixare) prin procedee termice, oxigaz cu plasmă, sau laser. Materialul de adaos ales a fost sub forma electrozilor Bata2, iar procedeul de sudare, pentru realizarea sistemului de protecție la uzare, cel MMA (sudare manuală cu electrozi înveliți cu strat de flux). Rezultatele cele mai bune, din punct de vedere al compatibilității la sudare electrică manuală și al facilității de aplicare în cariere s-au obținut pentru oțelul HARDOX 400 și electrozii Bata2, de tip Fe-25%Cr-5%W-Ni-Ti-B. Rezultatele obținute evidențiază o creștere cu 19 % a duratei de viață a lamelor încărcate cu sudură în comparație cu cele fără protecție la uzare. Astfel, la un consum de 6 lame/utilaj, pentru un ciclu de producție, eficiența economică este de 25.440 lei.

Problema reducerii costurilor de mentenanță, a fost evidentă și necesară, odată cu apariția unei fisuri la concasorul Sandvik UH 420 în zona de racordare a suportului lagărului de susținere a conului de concasare cu cămașa camerei.

Fisura s-a datorat oboselii și a neomogenității materialului (oțel carbon), din zona afectată, deoarece cămașa concasorului, confecționată prin turnare, este supusă, în exploatare, la solicitări variabile.

În aceste condiții s-au conceput și fabricat o serie de electrozi cu diametrul de 4 mm, care au fost testați pentru stabilirea comportării lor la sudare, a rezistenței lor la tracțiune și pentru determinarea conținutului de hidrogen difuzibil, conform SR EN ISO 3690:2012.

După efectuarea în prealabil a probei la presiune progresivă, hidrodinamică, în lagăr, cămașa concasorului, astfel remaniată, a fost utilizată, în condiții de exploatare severă.

Urmărirea în exploatare a evidențiat o durată de viață, de 1,5 ani, fără defecte, a cămășii concasorului. În prezent cămașa concasorului se poate achiziționa cu cca. 300.000 lei, iar durata de viață garantată de furnizor este cuprinsă între 6 și 8 ani. Costurile aferente recondiționării fisurii prin tehnologia prezentată, se ridică la 12.500 lei iar durata de viață a cămășii se poate prelungi cu 1,5 ani. Eficiența economică estimată este de 25.000 lei.

Capitolul V. Concluzii, contribuții personale și propuneri.

Concluzii

Cercetările efectuate în domeniul mentenanței sistemelor de echipamente din carierele de exploatare a rocilor dure, au permis evidențierea următoarelor concluzii:

- tema abordată a apărut din necesitatea scăderii costurilor de producție, în condițiile utilizării dotărilor tehnice existente, prin abordarea științifică și aplicarea noului concept de mentenanță preventiv-repetitivă;

- reconfigurarea suprafețelor pieselor sub formă de structuri de egală rezistență la uzare se poate obține prin încărcare cu sudură, cu ajutorul unor noi materiale, create și adaptate acestui scop;

- depunerea straturilor din componența sistemelor inteligente de protecție și autoprotecție la uzare trebuie să se realizeze în funcție de valorile coeficienților de pierdere prin ardere, la trecerea prin arc, a elementelor de aliere (inclusiv a celor de diminuare a randamentului datorat materialelor reziduale). Gradul de amestecare al sistemului de aliere cu cel zgurifiant influențează semnificativ omogenitatea compozițională și caracteristicile de rezistență la uzare;

- pentru optimizarea nivelului de aliere al depunerilor, pe criteriul rezistenței maxime la uzare, în condiții prestabilite, este necesară studierea, preliminară, a modului de variație al rezistenței la uzare în funcție de nivelul de aliere. Rezultatele teoretice și rețetele electrozilor pentru încărcare prin sudare trebuie să fie validate în condiții de producție, din punct de vedere al comportării la sudare și al rezistenței la uzare;

- dotarea lamelor și a dinților de cupă a încărcătoarelor frontale, din cariere, cu sisteme de autoprotecție la uzare, de tip grilă în relief, asigură posibilitatea de reutilizare a acestora în mod eficient, prin implementarea conceptului de mentenanță preventiv-repetitivă;

- compatibilitatea la sudare a materialelor de bază din categoria oțelurilor austenitice, autoecruisabile (sau slab aliate cu crom), cu materialele de adaos ce depun aliaje complexe, cu durități ridicate, se poate îmbunătăți; în acest scop, pe suprafața dintelui de cupă, se realizează ancoșe configurate în concordanță cu conceptul sistemului de autoprotecție la uzare;

- straturile antiuzură de tip multirând alcătuite din oțeluri austenitice, autoecruisante și depuneri martensitice sau pseudomartensitice (dure) asigură fâlcilor de concasor o bună rezistență la uzarea de abraziune; în același timp se obține o bună compatibilitate la sudare a materialelor de bază cu cele de adaos;

- în cazul încărcării prin sudare, a pieselor zvelte, de tipul lamelor de încărcător frontal se impune luarea de măsuri pentru evitarea deformațiilor remanente;

- toate aplicațiile descrise au condus la reduceri semnificative ale costurilor de mentenanță pentru încărcătoarele frontale cu cupă și concasoarele cu fâlc.

Contribuții personale

Am selectat conceptele teoretice de mentenanță, aplicabile în domeniul echipamentelor tehnologice pentru cariere, cu evidențierea posibilităților de îmbunătățire a planurilor de mentenanță;

Am urmărit modul de realizare al programului de mentenanță al utilajelor din cariera Bata și am determinat posibilitățile de reducere a costurilor de producție ale agregatelor bazaltice destinate căilor rutiere, căilor ferate sau altor lucrări civile;

Am adaptat și aplicat conceptul mentenanței preventiv-repetitive, bazat pe principiul repetabilității, pentru asigurarea condițiilor de eficiență economică la fluxul tehnologic de prelucrare al agregatelor bazaltice; rezultatul obținut a fost creșterea fiabilității și programarea corectă a timpilor de întrerupere a producției;

Am elaborat și realizat rețetele electrozilor pentru încărcare prin sudare pe baza legii de conservare a maselor prin metoda simplexurilor coroborată cu constatările privind influența elementelor de aliere asupra rezistenței la uzare, în condițiile de lucru din carieră. Rețeta optimizată a electrozilor, cu aliaje complexe din categoria celor martensitice cu granulație fină și implanturi din carburi complexe de Cr-W-V-Ti, cuprinde: un sistem zgurifiant fluorocalcic, un sistem de aliere constituit din feroaliaje și carburi de wolfram și un sistem de liere-plastifiere;

Am elaborat metoda de realizare a sistemelor de aliere în condiții de omogenitate ridicată caracterizată prin aceea că, etapa de preomogenizare a feroaliajelor cu participare minoră, se face prin aliere mecanică;

Am elaborat metoda de determinare a compoziției chimice elementare, pe straturi de depunere, (direct în cariera) și în zona de diluție a metalului depus cu metalul de bază;

Am elaborat metoda de apreciere a caracteristicilor sclerometrice, direct în carieră, pe straturi de depunere și în zona de diluție a metalului depus cu metalul de bază;

Am elaborat conceptul de proiectare al tehnologiei de încărcare cu sudură, în care se urmărește, din prima fază realizarea de melanjuri material de adaos/material de bază cu proprietăți prestabilite, pentru parametrii de sudare adaptați, astfel încât să se obțină structurile metalografice optime;

Am stabilit configurația necesară a suprafețelor active, intens solícitate la uzare, dotate cu straturi de autoprotecție, prin încărcare cu sudură, sub forma grilei romboidale, care după o nouă uzare, se reconfigurează în același mod;

Am obținut o creștere cu 33% a duratei de viață a cuplului de fălci ale concasorului primar SANDVIK CM 1208i, în raport cu cele în varianta fără protecție la uzare: astfel o fălcă turnată poate fi folosită și refolosită de 3 ori.

Am obținut o creștere cu 68 % a perioadei de utilizare a dinților încărcătorului frontal Volvo L220 E, în raport cu dinții fără protecție la uzare.

Am obținut o creștere cu 19 % a perioadei de exploatare a lamelor care intră în componența cupelor încărcătoarelor frontale, în raport cu cele în variantă fără protecție la uzare.

Am elaborat programul experimental de realizare și caracterizare a rezultatelor și am realizat diseminarea și protecția intelectuală a contribuțiilor tehnico-științifice prin propunerea a doua brevete de invenții;

Am elaborat și implementat în cariera Bata, programul de mentenanță, pe principiul repetitiv pentru echipamentele tehnologice din dotare;

Am elaborat și optimizat tehnologia de fabricație a electrozilor pentru încărcare prin sudare cu straturi dure martensitice, înalt aliate cu Cr, W, V și Ti, cu proprietăți ridicate de rezistență la uzare de abraziune;

Am elaborat tehnologia de realizare a sistemului de autoprotecție la uzare a dinților de încărcător frontal prin încărcare cu sudură cu electrozii nou realizați;

Am elaborat tehnologia de încărcare prin sudare a blindajelor fălcilor de concasor primar;

Am elaborat tehnologia de fabricație în variantă bimetal și recondiționare repetitivă a lamelor de cupă ale încărcătorului frontal;

Am elaborat tehnologia de remanieră prin sudare a cămășii fisurate a concasorului terțiar;
Tehnologiile elaborate pentru creșterea perioadei de utilizare a dinților, lamelor de încărcător frontal și a blindajelor fălcilor concasorului primar, au fost incluse în planul anual de mentenanță. În urma implementării noilor tehnologii, obiectivele care au făcut obiectul cercetării, au fost atinse.

Propuneri

Noile tehnologii propuse și experimentate cu succes au creat premisele identificării altor direcții de utilizare a electrozilor Bata2, realizați în concepție proprie.

Pe acest considerent se poate obține creșterea perioadei de utilizare și a altor subansambluri cum ar fi:

- blindajele interioare ale concasoarelor;
- protecțiile alimentatoarelor vibratoare;
- jgeaburile de deversare ale materialului;
- clapetele de dirijare ale materialului pentru divizoarele din stațiile de sortare.