

Rezumat al Tezei de Abilitare

COMPORTAREA MATERIALELOR METALICE ȘI COMPOZITE LA SOLICITĂRI MECANO-TERMICE

Dr. ing. Camelia PINCA-BRETOTEAN

Teza de abilitare cu titlul **“COMPORTAREA MATERIALELOR METALICE ȘI COMPOZITE LA SOLICITĂRILE MECANO-TERMICE”** reprezintă o sinteză a preocupărilor și a activității științifice în perioada ce a urmat susținerii tezei de doctorat din anul 2002, în cadrul Universității POLITEHNICA Timișoara, cu titlul *“Optimizarea stucturilor de rezistență ale utilajelor metalurgice”*, sub îndrumarea Prof.univ.dr.Eur.Ing. Tiberiu Dimitrie Babeu, când am obținut titlul de doctor în domeniul **Inginerie Mecanică**.

Deși o parte din cercetările post-doctorale au rămas în domeniul utilajului metalurgic, abordarea acestora are un caracter multidisciplinar, solicitând cunoștințe din următoarele domenii: Inginerie mecanică, Știința materialelor, Matematică și Informatică.

Prezentarea cercetărilor derulate până în prezent reflectă experiența acumulată prin activitatea didactică și de cercetare desfășurată pe parcursul a 28 de ani în cadrul Facultății de Inginerie din Hunedoara, Universitatea POLITEHNICA Timișoara.

Realizările științifice și profesionale semnificative s-au derulat pe două direcții. Prima direcție se referă la creșterea durabilității cilindrilor de laminare, prin studiul comportării materialelor destinate realizării acestora (oțeluri și fonte) sub acțiunea solicitărilor mecanice și termice din exploatare. Cea de a doua direcție s-a concretizat în producerea, caracterizarea și testarea unor materiale compozite, realizate cu fibre organice, destinate plăcuțelor de frână pentru autovehiculele mici și performanțe medii. Cele două direcții de cercetare au fost corelate cu activitatea didactică desfășurată, în sensul că, pe de o parte am implicat studenții în activitatea de cercetare, iar pe de altă parte rezultatele științifice obținute au fost valorificate în procesul didactic.

În teza de abilitare sunt incluse cele mai importante rezultate obținute pe cele două direcții de cercetare abordate care s-au concretizat în: două contracte de cercetare științifică obținute prin competiție la nivel național ca director, o invenție înregistrată la OSIM, o monografie publicată într-o editură recunoscută CNCSIS, două aplicații informatice și 150 lucrări științifice, dintre care 22 Web of Science, 29 BDI (ISI Proceedings și Scopus), 31 în alte baze de date, iar celelalte în volumele unor manifestări științifice naționale și internaționale neindexate.

Calitatea cilindrilor de laminare influențează producția și nivelul calitativ al laminatelor. În exploatare, calitatea cilindrilor de laminare este apreciată prin duritate, rezistență și stabilitate la temperaturi ridicate. Aceste caracteristici determină rezistența mare la uzare precum și rezistența acestora la variații bruște de temperatură. Îndeplinirea acestor cerințe presupune, pe de o parte alegerea corectă a materialului și a tehnologiei de fabricație, iar pe de altă parte exploatarea lor corespunzătoare.

Cercetările efectuate în această direcție s-au derulat pe o perioadă de 15 ani fiind cuprinse sintetizat în cadrul acestei teze de abilitare și reprezintă o primă direcție de cercetare principală abordată în perioada post-doctorală. Tematica abordată pe această direcție include elemente de cercetare fundamentală, aplicativă la nivel de laborator și de nivel industrial.

Scopul cercetării abordate pe această direcție se referă la creșterea durabilității în exploatare a cilindrilor de laminare la cald, prin evaluarea comportării acestora la solicitările mecanice și termice.

Obiectivele specifice urmate pe această direcție de cercetare se referă la:

- Analiza cauzelor care duc la ruperea cilindrilor de laminare la cald;

- Studiul teoretic al distribuției câmpurilor de temperaturi pe suprafața și în secțiunea radială a cilindrilor în timpul procesului de laminare la cald;
- Concepția și realizarea instalației pentru determinarea variațiilor de temperaturi de pe suprafața și din stratul superficial al cilindrilor de laminare la cald și a instalației pentru determinarea forțelor de laminare, adaptate laminorului experimental;
- Experimentări în condiții de laborator în vederea cunoașterii regimului termic al cilindrilor de laminare la cald;
- Determinarea tensiunilor mecanice, termice, echivalente și optimizarea nivelului acestora;
- Studiul rezistenței la oboseală termică în vederea aprecierii durabilității cilindrilor de laminare la cald;
- Compararea rezultatelor obținute în laborator cu cele industriale;
- Propuneri de materiale cu rezistență ridicată la oboseală termică pentru fabricarea cilindrilor de laminare la cald;
- Studiul posibilităților de transpunere a experienței dobândite în domeniul oboselii termice a cilindrilor de laminare la cald la organele de mașini fixe și mobile din componența motoarelor cu ardere internă;
- Concepția, realizarea și validarea instalației pentru studiul rezistenței la oboseală termică a organelor de mașini supuse în exploatare acestui fenomen.

În vederea îndeplinirii acestor obiective a fost necesară o documentație temeinică în literatura de specialitate și o analiză detaliată a rapoartelor tehnice privind comportarea cilindrilor de laminare la cald în exploatare, în acest sens având la dispoziție datele din cadrul combinatului siderurgic hunedorean. Rezultatele obținute prin studiile efectuate la nivel de laborator au fost implementate și la nivel industrial.

Separarea câmpurilor de temperaturi care produc tensiunile termice în simetrice și asimetrice, confirmarea lor experimentală și transpunerea cercetărilor efectuate asupra rezistenței la oboseală termică a cilindrilor de laminare la cald la alte organe de mașini supuse acestui fenomen, prin conceperea și realizarea unei instalații adecvate în acest sens, constituie GRADUL DE ORIGINALITATE ȘI INOVARE al acestor cercetări.

Cea de a doua direcție de cercetare a apărut ca urmare a numirii mele în comisia de îndrumare a unui doctorand care în cadrul tezei a studiat materialele destinate sistemelor de frânare ale autovehiculelor. Ca urmare a implicării în activitatea de cercetare s-a deschis o nouă perspectivă cu privire la găsirea de materiale ecologice care să ofere performanțe superioare funcționării produselor. Principalul obiectiv al acestei direcții de cercetare este de a dezvolta materiale de fricțiune pentru plăcuțele de frână, pe bază de fibre naturale, capabile să reducă emisia de particule fine rezultate de la sistemele de frânare ale autovehiculelor. Testarea și aprecierea funcționalității acestora s-a realizat prin intermediul unei abordări multianalitice. Utilizarea diferitelor instrumente experimentale oferă o caracterizare completă a materiilor prime și a suprafețelor rezultate ca urmare a tehnologiei de fabricație. Fibrele organice alese sunt fibra de nucă de cocos și pulberea obținută din cochiliile scoicilor marine. Acestea sunt rezistente la uzură și pot fi combinate cu alte materiale fără efecte nefaste asupra mediului și a sănătății umane.

Obiectivele specifice urmate pe parcursul cercetării sunt:

- Studiul literaturii de specialitate cu privire la materialele compozite și tehnologiile de fabricație a acestora;
- Alegerea constituenților rețetelor și a parametrilor tehnologiei de sinterizare;
- Producerea în laborator a materialelor compozite cu fibră de nucă de cocos și pulbere din cochilia de scoici;
- Determinarea caracteristicilor fizico-mecanice și tribologice;
- Testarea materialelor produse în conformitate cu standardele în vigoare.

Cercetările efectuate pe această direcție nu oferă o aplicabilitate practică imediată, cauza fiind prețul materiei prime organice. Cu toate acestea, studiile efectuate au deschis noi direcții de cercetare care se referă la utilizarea altor tipuri de fibre organice, avantajoase din punct de vedere economic sau a unei combinații de fibre (in, rapiță, trestie) în producerea materialelor de fricțiune.

TEZA DE ABILITARE respectă structura impusă de normele CNADTCU în vigoare, incluzând două părți, structurate pe 7 capitole distincte și o bibliografie care cuprinde referințe bibliografice generale și proprii.

PARTEA I cuprinde șapte capitole.

CAPITOLUL 1: SINTEZA REZULTATELOR ȘTIINȚIFICE, DIDACTICE ȘI ACADEMICE

Această parte a tezei este dedicată prezentării celor mai relevante rezultate obținute pe parcursul carierei mele profesionale. În cadrul acestei secțiuni sunt conturate direcțiile abordate în activitatea științifică, didactică și academică post-doctorală. În ceea ce privește activitatea didactică, se fac referiri la activitatea de predare, de îndrumare a lucrărilor de licență și disertație, la activitatea de modernizare și dotare a laboratoarelor cu material didactic și echipamente specifice, precum și la activitatea publicistică cu rol didactic care a constat în publicarea de cursuri și îndrumare de laborator utile studenților și masteranzilor. În activitatea didactică am abordat metode de predare-evaluare moderne care au avut la bază principiile asigurării calității în învățare. Activitatea de cercetare științifică s-a materializat prin două granturi ca director obținute prin competiție la nivel național, precum și cele la care am participat ca membru în echipa de cercetare, la activitatea de îndrumare a doctoranzilor și activitatea publicistică direcționată spre publicarea de cărți de specialitate și lucrări științifice. Activitatea de cercetare științifică vastă a facilitat transferul de cunoștințe studenților și m-a ajutat pentru a-mi perfecționa și înnoi continui cunoștințele de specialitate și cele didactice. Această sinteză evidențiază direcțiile principale care constituie suportul dezvoltării personale, dar și contribuțiile aduse pentru dezvoltarea instituțională.

CAPITOLUL 2: COMPORTAREA MATERIALELOR DESTINATE FABRICĂRII CILINDRILOR DE LAMINARE LA CALD SUB ACȚIUNEA SOLICITĂRILOR DIN EXPLOATARE, sintetizează direcția principală de cercetare a autoarei. Acest capitol realizează o introducere succintă în domeniul de cercetare al cilindrilor de laminare la cald, marcând direcția în care urmează să se desfășoare cercetările. În acest scop s-a efectuat analiza cauzelor care duc la ruperea cilindrilor de laminare la cald în exploatare, materialele din care sunt fabricați cilindrii respectivi, studiul fiind efectuat pe baza datelor existente în cadrul combinatului siderurgic hunedorean. Concluziile rezultate din acest studiu arată că aproape jumătate dintre cilindri care s-au rupt în procesul de laminare, din perioada analizată, se datorează regimurilor termice necorespunzătoare la care aceștia sunt supuși în exploatare. Aceste regimuri au generat apariția fenomenului de oboseală termică, respectiv a șocurilor termice, motiv pentru care cercetările ulterioare s-au îndreptat în această direcție. Tot în acest capitol s-a analizat distribuția câmpurilor de temperaturi pe suprafața și în secțiunea radială a cilindrilor de laminare la cald, pe baza literaturii de specialitate din domeniu. Concluziile obținute arată o separare a câmpurilor termice în simetrice și asimetrice, acestea fiind confirmate prin experimentările ulterioare.

CAPITOLUL 3: STUDIUL REGIMULUI TERMIC AL CILINDRILOR DE LAMINARE LA CALD, prezintă realizările din perioada post-doctorală cu privire la echipamentele prin intermediul cărora se determină variațiile de temperaturi pe suprafața și în secțiunea radială a cilindrilor de laminare la cald, precum și determinarea experimentală a acestora, abordată în două variante: prin oscilografierea procesului de laminare și utilizând module analogice și tehnica electronică de calcul. În vederea analizei distribuției temperaturilor în cilindrii de laminare la cald a fost realizat un model matematic care confirmă datele obținute în experimentările efectuate. Cunoașterea variațiilor de temperaturi din cilindri de laminare la cald face posibilă cercetarea durabilității și a stabilității diverselor mărci de oțeluri și fonte din care aceștia sunt fabricați, acest lucru justificând cercetările efectuate în acest sens. De asemenea, studierea separată a câmpurilor de temperaturi simetrice și asimetrice ne permite să determinăm tensiunile termice produse de acestea, în contextul superpoziției efectelor tensiunilor care acționează în cilindri de laminare la cald.

CAPITOLUL 4: DETERMINAREA TENSIUNILOR DIN CILINDRII DE LAMINARE LA CALD, prezintă contribuțiile științifice și realizările cu privire la determinarea tensiunilor mecanice, termice și echivalente care apar în cilindri de laminare la cald. Aceste cercetări au fost realizate în cadrul grantului de cercetare obținut prin competiție la nivel național AT, Nr. GR/19.05.2006 cod CNCIS 45, Tema 3. Cercetările efectuate arată că tensiunile mecanice care solicită cilindri de laminare în exploatare, practic au valori ne semnificative. Tensiunile care duc la distrugerea calibrelor acestora sunt tensiunile termice produse de câmpurile asimetrice de temperaturi. Acestea au un caracter ciclic, se repetă la fiecare rotație a cilindrilor și sunt preponderent responsabile de producerea oboselii termice. În acest context,

cercetarea tensiunilor termice care acționează în cilindrii de laminare este impetuos necesară nu numai pentru atenuarea fisurilor produse de oboseala termică, în scopul creșterii duratei de exploatare, ci și pentru evitarea șocurilor termice, deosebit de periculoase, care sunt produse de variațiile mari, instantanee de temperaturi care duc la forfecarea cordoanelor calibrelor cilindrilor în secțiunea lor maximă. La finalul capitolului s-a realizat o optimizare a tensiunilor echivalente, domeniu de optimizare care permite formularea unor recomandări în vederea atenuării distrugerii calibrelor cilindrilor și evitarea ruperii acestora prin șocuri termice.

CAPITOLUL 5: DETERMINAREA REZISTENȚEI LA OBOSEALĂ TERMICĂ A CILINDRILOR DE LAMINARE LA CALD, prezintă principalele realizări științifice privind durabilitatea cilindrilor de laminare la cald prin evaluarea rezistenței la oboseală termică, apreciată prin numărul real de cicluri de solicitare până la care apar primele fisuri de oboseală termică pe probele supuse experimentărilor. Cercetarile au fost realizate în cadrul grantului de cercetare obținut prin competiție la nivel național AT, Nr. 32 940/22.06.2004 cod CNCIS 24, Tema 6 și Tema 7/2005. În vederea desfășurării experimentărilor s-au ales patru mărci de oțeluri și două de fonte, materiale din care sunt realizați cilindri laminoarelor industriale. La finalul experimentărilor s-a observat că cel mai bine s-a comportat oțelul Adamit, oțel care are în compoziția chimică carbonul spre limita superioară și un conținut apreciabil de crom și nichel. Celelalte mărci de oțeluri și fonte studiate au suportat relativ bine solicitările la oboseală termică într-un regim ușor de solicitare și acceptabil la solicitările din regimurile de solicitare medii și grele, rezultatele obținute în laborator fiind comparate cu cele din mediul industrial. Cercetările au condus spre concluzia că fenomenul de oboseală termică este mai accentuat la viteze relativ mici de rotație a cilindrilor de laminare. În continuare în cadrul capitolului s-au propus două materiale pentru fabricarea cilindrilor de laminare la cald, care au fost supuse determinărilor de rezistență la oboseală termică după un regim mediu de solicitare. Rezultatele obținute au arătat că cele două materiale au o rezistență mai bună la oboseală termică decât oțelurile și fontele utilizate, la momentul respectiv, în fabricarea cilindrilor de laminare. Capitolul se încheie cu determinarea parametrilor șocului termic pentru cele șase materiale studiate. Cea mai bună comportare la acțiunea șocului termic o are fonta FNS 2, iar mărcile de oțeluri sunt cele mai expuse la producerea acestuia. Cercetările întreprinse în perioada post-doctorală asupra cilindrilor de laminare la cald au fost de utilitate practică în cadrul combinatului siderurgic hunedorean, ele înscriindu-se în contextul perfecționării tehnologiilor de fabricație și de exploatare a cilindrilor de laminare la cald.

CAPITOLUL 6: EVALUAREA REZISTENȚEI LA OBOSEALĂ TERMICĂ A ORGANELOR DE MAȘINI FIXE ȘI MOBILE DIN COMPONENTA MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ, prezintă extinderea experienței acumulate în domeniul cilindrilor de laminare la cald asupra organelor de mașini fixe și mobile din componența motoarelor cu ardere internă care sunt supuse în timpul funcționării fenomenului de oboseală termică. În acest sens s-a conceput și realizat o instalație care permite efectuarea experimentărilor în acest sens. Proiectul acestei instalații a constituit documentația pe baza căreia autoarea acestei teze de abilitare a obținut brevetul de invenție Nr.126996/30.03.2016 cu titlul "Instalație pentru studiul rezistenței la oboseală termică". Instalația a fost premiată cu 3 medalii de aur, una de argint și două diplome de excelență la saloanele de invenție din țară. În acest capitol se prezintă detaliat concepția constructivă și funcțională a instalației, precum și principiul cercetărilor experimentale. La final, se prezintă determinările experimentale care validează conceptul instalației.

CAPITOLUL 7: STUDIUL CARACTERISTICILOR MATERIALELOR COMPOZITE ECOLOGICE DESTINATE REALIZĂRII PLĂCUȚELOR DE FRÂNĂ PENTRU AUTOVEHICULE, prezintă principalele realizări științifice în domeniul producerii, caracterizării și testării materialelor de fricțiune ecologice destinate realizării plăcuțelor de frână pentru autovehicule mici și performanțe medii. În cadrul capitolului sunt analizate două materiale de fricțiune, unul cu fibră de nucă de cocos și celălalt cu pulbere obținută din cochilii de scoici. Pentru ambele materiale s-au determinat caracteristicile fizico-mecanice și tribologice. Materialul de fricțiune cu fibră de nucă de cocos a fost testat în laborator la frânări intensive, pe o instalație experimentală concepută și realizată în acest scop. Instalația a fost premiată cu o medalie de aur și o diplomă de excelență la expozițiile de invenție din țară. În vederea validării rețetei materialului de fricțiune s-au realizat plăcuțe de frână care au fost montate pe puntea față a unui autovehicul în vederea determinării performanțelor de frânare, experimentări efectuate într-o stație pentru Inspecții Tehnice Periodice. Performanțele de frânare ale plăcuțelor ecologice au fost comparate cu cele ale plăcuțelor de frână semimetalice, omologate conform standardelor ECE R90, care au echipat același

autovehicul și au fost testate în aceleași condiții. Ca urmare a testelor efectuate s-a constatat că plăcuța de frână produsă în laborator are un comportament adecvat și poate lucra în condiții reale de funcționare. Condițiile și parametrii de testare utilizați în aceste experimentări nu pot însă simula exact toate condițiile de testare prin rularea autovehiculului pe drum. Validarea finală a rețetei se bazează pe rezultatele performanței rutiere. Totuși, pentru ca plăcuțele de frână produse în laborator să poată fi supuse testelor de performanță rutieră sunt necesare încercări preliminare pentru a ne asigura că materialul de frecare poate funcționa în condițiile reale de rulare a autovehiculului. Testul final de validare a materialului de fricțiune produs în laborator se va realiza prin determinarea parametrilor capacității de frânare ai autovehiculului echipat cu plăcuțe cu fibră de nucă de cocos la rularea în condiții de drum, dar aceste teste vor face obiectul unei alte lucrări.

În ceea ce privește materialul de fricțiune realizat cu pulbere obținută din cochilii de scoici, acesta a fost produs în laborator și caracterizat din punct de vedere al caracteristicilor fizico-mecanice și tribologice, urmând să fie testat în continuare conform standardelor în vigoare.

Ca orice cercetare dezvoltată pe o anumită temă, nu se poate spune că se finalizează la un moment dat, deoarece permanent se pot deschide oportunități de dezvoltare și aprofundare, cu reluarea etapelor parcurse în cercetare sub o altă abordare sau prin impunere de noi tehnici de lucru, acest lucru deschizând perspective și direcții viitoare de cercetare.

PARTEA a-II-a: PERSPECTIVE DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A CARIEREI PROFESIONALE, ȘTIINȚIFICE ȘI ACADEMICE, prezintă principalele direcții și obiective care vor constitui baza pentru dezvoltarea carierei didactice și de cercetare științifică. Astfel, se sintetizează planul de dezvoltare a carierei, atât din perspectiva academică, cât și din cea științifică și profesională, care vor sta la baza creșterii vizibilității Universității POLITEHNICA Timișoara pe plan național și internațional.

Teza de abilitare se încheie cu referințele bibliografice care cuprind atât reperele bibliografice generale, cât și publicațiile proprii care au stat la baza elaborării acesteia.

Prin elementele originale, cercetările efectuate au permis noi abordări în domeniile studiate și au deschis o multitudine de direcții de cercetare pe care autoarea acestei teze de abilitare dorește să le dezvolte în continuare.

Data: 15.03.2022

Dr.ing. PINCA-BRETOTEAN CAMELIA