

MIHAELA BUCIUMEANU

**COMPORTAREA TRIBOLOGICĂ A
COMPOZITELOR REALIZATE PRIN
METALURGIA PULBERILOR**

REZUMATUL TEZEI DE ABILITARE

Galăți, 2015

Teza de abilitare prezintă activitatea de cercetare după susținerea tezei de doctorat intitulată “Predicția duratei de viață la oboseală fretting (Prediction on fretting fatigue life)” la University of Minho, Department of Mechanical Engineering, Guimaraes, Portugal (2009) și echivalată de Ministerul Educației, Cercetării și Inovării prin ordinul nr. 49767, din 27.09.2010.

Prima parte a tezei de abilitare prezintă o selecție a activității de cercetare după susținerea tezei de doctorat, pentru a evidenția cea mai relevantă muncă de cercetare și pentru a putea anticipa direcțiile de cercetare și didactice viitoare.

Se știe că uzura este ”o pierdere progresivă de material de pe suprafața unui corp solid datorită acțiunii mecanice, care este în contact și într-o mișcare relativă cu un alt corp solid, lichid sau gaz”. Fenomenul de uzură este un subiect destul de dificil de înțeles deoarece sunt mulți factor implicați (cum ar fi geometria contactului, temperatura de contact, proprietățile fizice și chimice ale materialelor corpurilor în contact etc.). Uzura ca proces este adesea neglijată în proiectarea sistemelor mecanice, ceea ce duce în multe cazuri la costuri importante de întreținere, mentenanță, care conduc la costuri extrem de ridicate. Astfel, proiectarea la durabilitate fără să se țină cont de efectele, uzurii și a coroziunii locale, conduc la defecțiuni premature și neașteptate în multe aplicații tehnice. Urmare, în sistemele tehnice cum ar fi cele din domeniul construcțiilor de automobile, din industria aeronautică, medicală și cea navală, procesele de uzură, coroziune (tribocoroziune) trebuie analizate cu cea mai mare precizie.

Activitatea de cercetare după susținerea tezei de doctorat a fost în principal realizată, (i) în cadru a două **proiecte internaționale de cercetare**: “Mechanical, wear and fatigue properties of sintered Nanotube-based functionally graded materials” (PTDC/EME-PME/68664/2006) finanțate de Foundation for Science and Technology, Lisbon, Portugal și “Multi-material laser sintering for the production of Functional Graded Structures” (EXCL/EMS-TEC/0460/2012) funded by funds through FCT/MCES (PIDDAC), (ii) dar de asemenea prin **implicarea și colaborarea în activitatea de cercetare a unor tineri masteranzi/doctoranzi**, de la diferite universități: Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie (doi doctoranzi), University of Minho, Departament of Mechanical Engineering (doi doctoranzi, doi masteranzi), Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde Porto, Portugal (un doctorand și un masterand), Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (un masterand) și Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil (un doctorand) coordonarea și inițierea cercetării experimentale.

Pe baza aspectelor menționate, activitatea de cercetare după susținerea tezei de doctorat poate fi grupată în două direcții de cercetare:

(1). Caracterizarea tribologică a materialelor compozite AlSi pentru componente de automobile

Aliajul de aluminiu-siliciu (AlSi) este o alegere bună pentru componentele motorului, datorită proprietăților mecanice și de uzură satisfăcătoare. Deteriorarea segmentelor de piston este atribuită în primul rând uzurii, apoi lubrificației și oboselii. Astfel, a fost cercetată comportarea la uzură a unui aliaj de AlSi armate cu diferite armături:

(i). *Compozite cu matrice metalică (AlSi)*. A fost cercetată comportarea la uzură în mediu uscat în condiții de mișcare alternativă un compozit cu matrice de AlSi armate cu diferite armături, după cum urmează: (a). Nanotuburi de carbon cu pereți multipli (MWCNTs) acoperite cu nichel, (b). particule de nichel, (c). particule ceramice de carbură de siliciu (SiC); (d) particule de titan.

Armăturile încorporate în aliajul de AlSi au dus la creșterea proprietăților dorite, iar în acest caz s-a obținut o îmbunătățire a proprietăților de uzură pentru toate compozitele AlSi studiate în comparație cu aliajul de AlSi nearmate, ceea ce face ca aceste aliaje să fie atractive pentru aplicații specifice, cum ar fi pentru segmentele de compresie a pistonului.

(ii). *Compozite hibride*. A fost cercetată comportarea la uzură a două compozite hibride: (a) aliajul de AlSi armat cu nanotuburi de carbon cu pereți multipli (MWCNTs) acoperite cu nichel și particule ceramice de carbură de siliciu (SiC), și (b) aliajul de AlSi armat cu particule de titan și particule ceramice de carbură de siliciu (SiC). Principalul scop a acestei cercetări a fost determinarea efectelor combinate (avantajele) ambelor armături (CNTs și SiCp; Ti și SiCp) asupra comportamentului la uzură în condiții de alunecare alternativă în mediu uscat. Scopul a fost să se clarifice dacă, atunci când o anumită armătură atinge efectul benefic optim, prin adăugarea unei alte armături se poate obține o îmbunătățire a anumitor proprietăți ale materialului fără să compromită alte proprietăți relevante.

(iii). *Materiale cu gradient funcțional (FGM)*. Pe baza studiilor anterioare a fost realizat prin metalurgia pulberilor un material cu gradient funcțional pe bază de AlSi-CNTs, cu scopul de a fi un candidat pentru segmentele de compresie ale pistonului. Compozitele gradate pe bază de AlSi (armate cu nanotuburi de carbon de la 0 la 2%) au fost obținute cu un nou echipament proiectat pentru a produce materiale cu gradient funcțional prin metalurgia pulberilor. A fost dovedit că alegerea de 2% de nanotuburi de carbon numai pe suprafața exterioară a segmentului (regiune supusă la tensiuni mecanice mari și uzură ridicată) este relaționat cu cel mai bun raport cost-beneficiu. Cel mai bun compromis între proprietățile mecanice și cele de uzură apare la compoziția de 2% de nanotuburi de carbon. O cantitate mai mare de nanotuburi ar duce la creșterea rezistenței la uzură, dar în schimb ar duce la reducerea proprietăților mecanice.

(2). Cercetări asupra mecanismelor degradării prin tribocoroziune a unor biomateriale

Diferite procese de fabricație au fost studiate pentru producerea de biomateriale pentru implanturi. Presarea la cald (HP) este o tehnică din metalurgia pulberilor (P/M) care combină presarea și sinterizarea simultan și mai mult, și oferă o cale simplă de fabricație cu multe alte avantaje. Deoarece implanturi sunt supuse atât la uzură, cât și la medii corozive pe durata vieții, tribocoroziunea este un subiect important pentru materiale folosite. Astfel, scopul celei de a doua direcții de cercetare a fost evaluarea comportamentului uzurii în condiții de alunecare în mediu uscat și a tribocoroziunii a unor biomateriale.

Astfel, au fost cercetate câteva biomateriale la uzură în mediu uscat și la tribocoroziune: aliajul CoCrMo produs prin presare la rece, compozite pe baza de CoCrMo armate cu pulbere de hidroxiapatita și compozite pe baza de CoCrMo armate cu pulbere de alumina (Al_2O_3). Aceste materiale au fost comparate cu materialele comerciale de Ti6Al4V și CoCrMo care sunt utilizate ca materiale pentru implanturi. Rezultatele sugerează ca toate epruvetele de CoCrMo obținute prin presare la cald prezintă au o mai bună rezistență la uzură atât în cazul încercărilor la uzură în mediu uscat, cât și în mediu coroziv. Mai mult, când se compară cu epruvetele de CoCrMo turnate, epruvetele de CoCrMo obținute prin presare la cald prezintă o mai bună rezistență la uzură atât în cazul încercărilor la uzură în mediu uscat, cât și în mediu coroziv. În legătură cu adăugarea particulelor de hidroxiapatită, viteza de corozie crește datorită coroziei localizate care apare pe pori lângă interfața matrice/armătură, în timp ce prin adăugarea particulelor de Al_2O_3 tendința de corozie a aliajului de CoCrMo descrește atât în condiții de corozie statică, cât și în condiții de tribocoroziune.

A doua parte a tezei de abilitare prezintă câteva perspective în legătura cu activitățile de cercetare și de predare. Participarea în proiecte de cercetare naționale și internaționale a dus la obținerea unor abilități de a conduce proiecte de cercetare. Un aspect important în dezvoltarea carierei este realizarea unei echipe de cercetare orientată în domeniul tribologie/biotribologiei. Subiectul principal în care se dorește implicarea posibililor doctoranzi/masteranzi este comportarea diferitelor biomateriale din punct de vedere tribologic și tribochimic (de exemplu: acoperiri de biopolimeri realizate prin procesul de presare la cald (PEEK și PLDLA) pe titan, zirconiu etc.). O altă viitoare linie de cercetare ar fi studiul proprietăților mecanice a unor aliaje de cobalt-nichel armate cu particule de diamant (de exemplu Cu-Ni, Cu-Ni-diamant, Cu-Ni-Sn, Cu-Ni-Sn-diamant, Cu-Ni-WC, Cu-Ni-WC-diamant). În ceea ce privește dezvoltarea carierei academice principalul obiectiv este îmbunătățirea conținutului științific a cursurilor/aplicațiilor și implicarea studenților în activitățile de cercetare.