

## Rezumatul tezei de abilitare

În cadrul tezei de abilitare intitulată: *Creșterea eficienței fabricației prin crearea unor sisteme software dedicate și soluții pentru valorificarea superioară a materialelor*, este prezentată activitatea mea în domeniul Ingineriei industriale, din punct de vedere profesional, științific și academic, desfășurată după obținerea titlului de doctor în luna septembrie 2003. Teza de doctorat intitulată *Prelucrarea prin frezare a suprafețelor 3D pe MUCN –uri*, a fost elaborată sub coordonarea științifică a d-lui prof. univ. dr. ing. Nicolae-Valentin IVAN.

Prezenta teză de abilitare este structurată în trei părți în care sunt prezentate:

- *realizările mele științifice și profesionale (B-i);*
- *planurile de evoluție și de dezvoltare a carierei (B-ii);*
- *prezentarea bibliografiei (B-iii).*

Această teză abordează un subiect de cercetare în domeniul ingineriei industriale iar activitatea mea de cercetare este prezentată urmărind două direcții principale:

- dezvoltarea unor pachete software CAD/CAPP/CAM destinate generării computerizate a programelor CN, pentru mașini-unelte cu conducere numerică de strunjire și frezare sau estimării costurilor de prelucrare a produselor industriale, prezentată, în detaliu în capitolul 1 al acestei teze;
- valorificarea superioară a materialelor pentru obținerea unor structuri complexe cu rezistență mecanică ridicată și masă redusă , prin utilizarea unui procedeu modern de fabricație aditivă: topirea selectivă cu laserul (SLM) prezentată, în detaliu în capitolul 2.

Primul capitol, *Cercetări privind generarea computerizată a programelor CN pentru mașini-unelte cu conducere numerică de strunjit și frezat sau pentru estimarea costurilor de prelucrare a produselor industriale* cuprinde trei subcapitole în care sunt prezentate trei sisteme software originale destinate prelucrărilor prin frezare, strunjire sau estimării costurilor de prelucrare ale produselor industriale:

**Sistemul CAD/CAM FASC2000**

În prima jumătate a perioadei de după susținerea publică a tezei de doctorat, am dezvoltat sistemul CAD/CAM original, realizat în cadrul tezei de doctorat, denumit FASC2000 (Frezarea Asistată de calculator a Suprafețelor Complexe). Dezvoltarea acestui sistem a constat inițial în extinderea ariei lui de aplicabilitate, de la MUCN-urile în  $2\frac{1}{2}$  axe la cele în 3 axe. Ulterior au fost adăugate noi module, concepute pentru diversificarea tipurilor de suprafețe ce se pot prelucra cu datele furnizate de sistem. Pe lângă aceasta a fost extinsă și aria lui de aplicabilitate de la operațiile de frezare, pentru care a fost conceput inițial, la operații de strunjire.

Ulterior s-au conceput module noi, destinate diversificării tipurilor de suprafețe prelucrate cu datele furnizate de sistem, mărindu-se totodată și aria lui de aplicabilitate prin adăugarea la operațiile de frezare (pentru care a fost inițial conceput) și a operațiilor de strunjire. În cadrul acestui produs software este calculat traseul de prelucrare spațial, în vederea fabricării suprafeței proiectate; se determinată automat raza optimă a sculei așchietoare iar dialogul cu utilizatorul se desfășoară în limba română, fiind conceput inclusiv un suport tehnic (de tip help), tot în limba română.

Pentru optimizarea procesului de introducere a datelor proiectarea fabricației a fost semiautomatizată. Semiautomatizarea fabricației se referă la:

- preluarea automată a tuturor informațiilor existente în sistem (din faza CAD);
- ghidarea secvențială a dialogului, prin intermediul ferestrelor de dialog – a avut ca efect reducerea substanțială a timpilor de introducere a datelor prin scăderea numărului datelor eronate și printr-o preluare rapidă a informațiilor necesare fabricației;
- programul CN este generat automat, în concordanță cu funcțiile procesorului MUCN.

După adăugarea modulului de prelucrare pentru MUCN în 3 axe a fost realizat modulul destinat prelucrării buzunarelor cu forme oarecare. În cadrul acestui produs software au fost create noi comenzi pentru obținerea rapidă formei buzunarului; a fost calculat traseul

oprim de prelucrare; s-a conceput o procedură pentru divizarea automată a adaosului de prelucrare dacă acest lucru este necesar; în baza datelor de intrare și a geometriei buzunarului a fost generat automat programul CN de prelucrare; dialogul cu utilizatorul și suportul tehnic au fost concepute în limba română și a fost semiautomatizată proiectarea fabricației;

Următorul modul creat a fost cel al prelucrării canalelor cu contur închis. În acest produs software proiectarea profilelor cu geometrii regulate este mult simplificată datorită creării unei baze de date proprii, ce cuprinde câteva dintre formele geometrice ale celor mai uzuale canale regulate; s-a simplificat procedura proiectării canalelor cu geometrii noi prin amplasarea în meniul *Desenare* a unor comenzi noi, care rulează cu dialog în limba română. Dacă lățimea canalului este mai mare decât diametrul frezei s-a conceput o procedură pentru prelucrarea succesivă a mai multor canale echidistante, cu formă identică. S-a creat posibilitatea racordării canalelor cu raze constante sau variabile. Dialogul cu utilizatorul și suportul tehnic au fost concepute în limba română și a fost semiautomatizată proiectarea fabricației;

În continuare a fost creat modulul pentru prelucrarea canalelor cu formă spirală. În cadrul acestui produs software au fost proiectate 4 canale predefinite, în formă de spirală, a căror modelare se face exclusiv prin intermediul ferestrelor de dialog; s-a simplificat procedura proiectării canalelor cu geometrii noi prin amplasarea în meniul *Desenare* a unor comenzi noi, care rulează în limba română; au fost create comenzi pentru racordarea canalelor cu raze constante sau variabile. Dialogul cu utilizatorul și suportul tehnic au fost concepute în limba română și a fost semiautomatizată proiectarea fabricației.

Ultimul modul adăugat sistemului FASC-2000, până în acest moment, a fost modulul pentru prelucrarea unor suprafețe din domeniul stomatologic. Astfel, s-a conceput un model geometric destinat proiectării rapide a unui dinte molar. Dialogul cu utilizatorul și suportul tehnic au fost concepute în limba română și a fost semiautomatizată proiectarea fabricației;

**Sistemul CAD/CAM Fiting-NC destinat strunjirii CN în 2 axe [Lancea-09, Ivan-05]**

După actualizarea sistemului FASC-2000 a fost creat sistemul CAD/CAM *Fiting-NC* destinat strunjirii CN în 2 axe. Pentru acest sistem software a fost proiectată integral o nouă interfața; modulul CAD al sistemului a fost, de asemenea, proiectat integral, fiind astfel conceput încât toate date necesare modelării fitingului să poată fi preluate prin intermediul ferestrelor de dialog. Au fost proiectate integral modulul CAM și modulul de simulare al sistemului. Dialogul cu utilizatorul și suportul tehnic au fost concepute în limba română și a fost semi-automatizată proiectarea fabricației.

**Sistemul software WinCOST destinat estimării costurilor de prelucrare a produselor industriale [Lancea-07a, Lancea-07b, CNCSIS-06]**

Un alt pachet software la care mi-am adus contribuția, prin implementare unor noi modele matematice a fost în sistemul software WinCOST, destinat estimării costurilor de prelucrare a produselor industriale. În cadrul acestui sistem software am creat noi modele matematice pentru calcularea timpilor auxiliari la prelucrările prin așchiere și pentru determinarea timpilor auxiliari la danturare.

Al doilea capitol, Valorificarea superioară a materialelor pentru obținerea unor structuri complexe, cu rezistență mecanică ridicată și masă redusă, prin utilizarea unui procedeu modern de fabricație aditivă: topirea selectivă cu laserul (SLM) cuprinde patru subcapitole. În primele două subcapitole este făcută o scurtă prezentare a tehnologiei de fabricație aditivă fiind prezentat stadiul actual al cercetărilor întreprinse pentru valorificarea superioară a materialelor și tipurile de fabricație aditivă existente. În următoarele trei subcapitole sunt prezentate cercetările făcute în cele trei granturi de cercetare, câștigate în calitate de director:

**Analiza micro-structurală a pieselor din Inconel 718, fabricate prin topire selectivă cu laser, tratate termic și netratate termic**

În cadrul acestui grant [ESTEEM9 – 20] a fost analizată microstructura a trei tipuri de piese fabricate din Inconel 718 prin topire selectivă cu laser (SLM – Selective Laser

Melting). Cea mai mare parte a cercetărilor din cadrul acestui grant, s-au realizat în Polonia la Universitatea de Știință și Tehnologie AGH (*Akademia Górniczo-Hutnicza*), Facultatea de Inginerie a Metalelor și Informatică Industrială.

Pentru efectuarea acestor determinări, pentru început a fost conceput designul piesei și apoi s-au fabricat mai multe piese prin tehnologia SLM. După fabricare, piesele au fost împărțite în trei seturi: două seturi au fost supuse unor tratamente termice cu cicluri de expunere și temperaturi diferite, iar cel de-al treilea set a rămas netratat. Toate aceste proceduri s-au realizat la Institutul de Cercetare-Dezvoltare al Universității Transilvania.

Toate analizele ulterioare, ale celor trei seturi de piese privind microstructura acestora și compoziția lor chimică, s-au realizat la Universitatea de Știință și Tehnologie AGH.

### **Cercetări privind rezistența la coroziune a diferitelor materiale utilizate la construirea sistemelor energetice durabile**

În cadrul acestui grant [Sfera-13] a fost analizată rezistența la coroziune a trei tipuri de materiale, obținute prin topire selectivă cu laser. Cercetările s-au realizat în Italia la Agenția Națională pentru Energie, Mediu și Noi Tehnologii ENEA (*Ente Nazionale per l'Energia, l'Ambiente e le Nuove Tecnologie*). Pentru început a fost concepută și apoi proiectată forma geometrică a eșantioanelor analizate după care au fost alese materialele din care să fie fabricate eșantioanele, în concordanță cu testele la care aceste urmau să fie supuse. În continuare au fost parcurse următoarele etape:

- alegerea procedurii prin care s-au fabricat eșantioanele (topire selectivă cu laser) și a mașinii (SLM 250HL);
- fabricarea efectivă a eșantioanelor cu precizarea parametrilor de fabricație aleși;
- prezentarea studiilor de caz analizate și a echipamentelor folosite pentru realizarea cercetărilor;
- analizarea microstructurii și a microdurității eșantioanelor din aliaje de titan Ti-6Al-4V supuse unei testări combinate: temperatură-umiditate-radiații ultraviolete și unei testări de coroziune;
- prezentarea concluziilor.

- analizarea influenței coroziunii asupra duratei de viață a aliajului AlSi10Mg fabricat prin SLM, obținute în urma unor teste accelerate.

### **Învățarea și înțelegerea tehnicilor de fabricație prin Topire Selectivă cu Laser (SLM) cu scopul dobândirii competențelor necesare exploatării mașinii SLM250HL la un nivel avansat**

În cadrul acestui grant [Lancea-17b] a fost analizată influența tratamentului termic asupra microstructurii și proprietăților mecanice ale pieselor din TiAl6V4 Fabricate prin topire selectivă cu laser. Pentru fabricarea probelor identice s-a ales o pulbere de titan Grade 23 (cunoscută și sub denumirea de TiAl6V4 ELI) care este versiunea de înaltă puritate a aliajului TiAl6V4 folosit în cadrul proiectului precedent. Și în acest caz au fost parcurse etapele enumerate mai sus privind alegerea formei probelor, cu deosebirea că pentru fabricarea propriu-zisă a fost aleasă cea mai bună mașină a firmei SLM Solutions și cel mai bun material existent la acel moment (februarie 2018).

După fabricarea probelor jumătate dintre ele au fost supuse unui tratament termic de omogenizare în scopul efectuării unei analize comparative a microstructurii și a proprietăților mecanice ale celor două seturi de probe. În urma acestei analize s-a constatat că tratamentul termic favorizează obținerea unei structuri mult mai uniforme, cu pori mai puțini și faze mai stabile. În același timp, probele tratate termic au dovedit și o rezistență mai bună la compresiune.

Teza de abilitare se încheie cu bibliografia care conține toate materialele bibliografice consultate în vederea scrierii acestei lucrări.