



## Facultatea de Construcții de Mașini

Ing. Paul Sebastian CHEȚAN

# TEZĂ DE DOCTORAT

**rezumat**

**Cercetări privind tehnologia de finisare prin frezare a suprafețelor sculpturale specifice miezurilor matrițelor de injecție pentru proiectoarele farurilor din industria auto-moto**

**Comisia de analiză și susținere a tezei:**

PREȘEDINTE:

Prof. dr. ing. *Mircea Ancău* Prodecan  
Facultatea de Construcții de Mașini, Universitatea Tehnică din Cluj  
Napoca

MEMBRI:

Prof. dr. ing. *Vasile Boloș* conducător științific  
Universitatea “Petru Maior”, Tîrgu Mureș

Prof. dr. ing. *Gheorghe Nagîț* referent  
Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” Iași

Prof. dr. ing. *Gheorghe Oancea* referent  
Universitatea “Transilvania”, Brașov ;

Prof. dr. ing. *Nicolae Bâlc* referent  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Cluj Napoca  
2013



## Cuvinte cheie

*Suprafețe sculpturale, frezare, rugozitate, proiector, matriță de injectat*

## Introducere

Competitivitate în sectorul tehnologic industrial modern impune un fin echilibru între cele două cerințe fundamentale, productivitatea și calitatea. Ca atare, pe lângă dezvoltarea mijloacelor de fabricație, mașini unelte, scule, materiale, este necesar o foarte atentă gestionare a strategiilor de prelucrare. Finisarea este o fază a prelucrării care se află la intersecția celor două mari cerințe. Aplicațiile CAM moderne existente astăzi oferă diverse posibilități de generare a traseelor de finisare pentru frezarea suprafețelor, forma acestora fiind controlată de diverși parametri, geometrici și tehnologici. Stabilirea strategiei de finisare poate avea un impact important asupra calității suprafeței și asupra timpului de prelucrare. Strategiile de finisare a suprafețelor complexe sunt utile cu precădere în industria aeronautică și cea constructoare de matrițe. Stabilirea unor trasee de finisare corecte poate salva timp în prelucrare, poate îmbunătăți substanțial calitatea suprafeței prelucrate, poate mării durata de viață a sculei așchietoare.

Un domeniu în care precizia dimensională și calitatea suprafeței sunt cerințe tehnice impuse la un nivel deosebit este cel al fabricării miezurilor matrițelor necesare pentru injectarea proiectoarelor auto-moto. Începând cu anul 2003, societatea Electromureș SA din Tîrgu Mureș, membră a concernului italian T.R.I.OM spa specializat în domeniul proiectării și fabricării prin injecției plastice de blocuri optice în industria auto-moto, a demarat o linie de producție a matrițelor specifice acestor familii de repere. Principalele probleme apărute au fost la fabricarea miezurilor acestor matrițe, probleme legate în mod special de calitatea suprafețelor active. Încă de la început autorul a colaborat și continuă această colaborare care de-a lungul timpului a avut diverse forme, ultima fiind tocmai această cercetare privind metodologia de finisare prin frezare a miezurilor matrițelor de injectat proiectoare din industria auto-moto.

Cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică sunt principalele activități creatoare și generatoare de progres economic și social. Cercetarea tehnico-științifică are ca scop mărirea productivității în industrie, creșterea competitivității economice prin scăderea costurilor și creșterea calității. Teza de doctorat cu titlul “*Cercetări privind tehnologia de finisare prin frezare a suprafețelor sculpturale specifice miezurilor matrițelor de injecție pentru proiectoarele farurilor din industria auto-moto*” are ca scop îmbunătățirea unei tehnologii de fabricație utilizate în industria producătoare de matrițe de injectat, dar poate avea utilitate și în alte ramuri industriale, în general care ating domeniul fabricării unor corpuri mărginite de suprafețe neanalitice.



## Structura tezei de doctorat

Teza de doctorat este dezvoltată pe 7 capitole al căror conținut este succint reprezentat în cele ce urmează.

**Capitolul 1.** Intitulat Aspecte privind fabricația prin injectare a proiectoarelor farurilor din industria auto-moto are rolul de a delimita zona în care se regăsește cercetarea acestei teze. Sunt prezentate aspecte care țin de blocurile optice din industria auto-moto, caracteristici și termeni specifici, precum și standardele tehnice care guvernează utilizarea practică a acestora. Plecând de la aceste reguli tehnice impuse proiectoarelor și care sunt translatate mijloacelor de producție, în mod special matrițelor de injectat necesare pentru fabricarea lor în serii mari, sunt prezentate studii comparative privind tehnologii de fabricație a părților active ale acestor tipuri de matrițe. În aceste analize sunt avuți în vedere factori de precizie, de calitate a suprafeței, de fiabilitate, de productivitate și de cost. Avantajele și dezavantajele fiecărei tehnologii prezentate ajută la stabilirea tehnologiei corecte de fabricare a acestor elemente active. O etapă specifică și necesară de fabricație a acestor tipuri de elemente active o reprezintă lustruirea manuală, care este un proces dificil, laborios și foarte lung. Se prezintă legătură directă între calitatea și durata acestui proces manual și operațiile premergătoare de frezare, în mod special cea de finisare.

**Capitolul 2.** Intitulat Stadiul actual al cercetărilor privind calitatea suprafețelor sculpturale generate prin frezare prezintă o evoluție a cercetărilor și metodelor de studiu privind calitatea suprafețelor fabricate prin frezare. Elementele care influențează calitatea suprafeței obținute prin frezare sunt sintetizate pe patru ramuri principale ale unei diagrame tip pește și țin de: (i) sculă, (ii) de cinematica procesului, (iii) de natura și forma semifabricatului, (iv) de aspecte specifice formării așchiei. Studiul influenței acestor parametri este structurat pe două linii mari de cercetare: (i) abordare prin investigații analitice ; (ii) abordare prin investigații experimentale. Aceste abordări sunt obiectul acestui capitol, prezentate cu avantajele și dezavantajele specifice.

**Capitolul 3.** Acest capitol prezintă obiectivele tezei de doctorat concretizate în: (i) Cercetări teoretice și numerice referitoare la calitatea suprafețelor de tip convex generate prin frezare; (ii) Cercetări experimentale referitoare la calitatea suprafețelor de tip convex generate prin frezare; (iii) Cercetări experimentale privind calitatea suprafeței proiectoarelor auto-moto realizate

**Capitolul 4.** Intitulat Cercetări teoretice și numerice referitoare la calitatea suprafețelor de tip convex generate prin frezare prezintă un instrument matematic pentru determinarea rugozității teoretice a unei suprafețe sferice obținute prin frezare. Parametrii tehnologici, parametrii geometrici ai sculei și parametrii geometrici ai semifabricatului sunt elementele care intră în relațiile matematice. Pe lângă acești parametri, tipul strategiei de finisare, respectiv traiectoriile sculei influențează mărimea valorii rugozității teoretice. Sunt considerate două cazuri, cele mai uzuale utilizate în practică, al traiectoriilor plan-paralele și cel al traiectoriilor radiale. Un alt aspect teoretic studiat în acest capitol este cel al formei geometrice a așchiei nedetașate, o formă spațială. Este prezentat modul în care este utilizat un mediu de proiectare parametric pentru



obținerea geometriei spațiale a așchii nedetașate în funcție de parametri tehnologici, parametrii geometrici ai sculei și ai semifabricatului precum și de traiectoria de finisare.

**Capitolul 5.** Denumit Cercetări experimentale referitoare la calitatea suprafețelor de tip convex generate prin frezare prezintă studii experimentale privind influența traseului de finisare, a adaosului de prelucrare, a pasului radial, a avansului pe dinte, a vitezei de așchiere asupra calității unei suprafețe sferice finisate pe un centru de prelucrare în 3 axe. Calitatea suprafețelor prelucrate a fost apreciată prin două metode; una cantitativă, prin măsurarea rugozității, și una evaluativă prin examinarea topografiei suprafeței mărite la microscop. În fiecare studiu experimental sunt căutate condițiile optime în scopul determinării celei mai bune rugozități a suprafeței; condițiile optime ale unui studiu sunt utilizate în continuare pentru următoarele studii, ultimul studiu grupând valorile optime ale precedentelor. În studiul influenței traseului de finisare sunt considerate 16 posibilități, sunt analizate mărimea rugozității măsurate pentru fiecare caz și este prezentat modul în care scula elimină așchia pe fiecare tip de traseu considerat. În mod similar sunt prezentate și celelalte studii, cu concluzii privind calitatea suprafeței pe finalul fiecărui experiment.

**Capitolul 6.** Prezintă un studiu de caz pentru fabricarea unui miez de matriță aferente unui proiector auto-moto, în care se regăsesc studiile teoretice și experimentale anterior determinate în lucrarea curentă.

**Capitolul 7.** Intitulat Concluzii finale, contribuții personale și perspective viitoare ale cercetării evidențiază principalele contribuții originale ale autorului în cadrul tezei de doctorat, precum și perspectivele viitoare ale cercetării în acest sector al industriei.

## Cuprins

**Introducere ..... 7**

### **1. Aspecte privind fabricația prin injectare a proiectoarelor farurilor din industria auto-moto**

1.1.	Blocul optic .....	11
1.2.	Reflectorul .....	12
1.3.	Standarde rutiere asociate iluminării auto .....	14
1.4.	Matrițe de injectat specifice reflectoarelor .....	17
1.5.	Tehnologii de fabricații ale miezurilor matrițelor de injectat .....	20
1.5.1.	Tehnologia de fabricație prin înlăturare de material .....	21
1.5.2.	Tehnologia de fabricație prin redistribuire de material.....	22
1.5.3.	Tehnologii de prelucrare prin adăugare de material .....	23
1.5.4.	Studiul comparativ între diferite tehnologii de fabricație ale părților active ale matrițelor de injectat reflectoare .....	26
1.6.	Lustruirea suprafețelor neanalitice .....	27
1.6.1.	Lustruirea manuală.....	27



1.6.2.	Lustruirea automată pe centre de prelucrare .....	29
1.6.3.	Lustruirea cu laser .....	30
1.6.4.	Studiul comparativ între diferite metodologii de lustruire a suprafețelor de formare a matrițelor de injectat reflectoare .....	31
1.7.	Concluzii .....	31
<b>2.</b>	<b>Stadiul actual al cercetărilor privind calitatea suprafețelor sculpturale generate prin frezare</b>	
2.1.	Calitatea suprafețelor sculpturale obținute prin frezare .....	35
2.1.1.	Abordarea cercetărilor prin investigații analitice .....	38
2.1.2.	Abordări prin investigații experimentale .....	42
2.2.	Concluzii .....	44
<b>3.</b>	<b>Obiectivele tezei de doctorat</b>	
3.1.	Elemente de fundamentare .....	47
3.2.	Obiectivul principal al tezei .....	48
<b>4.</b>	<b>Cercetări teoretice și numerice referitoare la calitatea suprafețelor de tip convex generate prin frezare</b>	
4.1.	Premisele modelului matematic .....	49
4.2.	Influența teoretică a parametrilor tehnologici și a parametrilor geometrici ai sculei asupra calității suprafeței	
4.2.1.	Cazul traseelor de finisare plan-paralele	
4.2.1.1.	Modelul matematic .....	50
4.2.1.2.	Evaluarea rezultatelor matematice .....	55
4.2.2.	Cazul traseelor radiale	
4.2.2.1.	Modelul matematic .....	61
4.2.2.2.	Evaluarea rezultatelor matematice .....	64
4.3.	Modelarea formei așchiei nedetașate în funcție de traseul de prelucrare de finisare	
4.3.1.	Stabilirea tipurilor de traiectorii de finisare .....	67
4.3.2.	Modelarea parametrică CAD a așchiei nedetașate .....	69
4.3.3.	Geometrii ale așchiei nedetașate obținute .....	71
4.4.	Concluzii .....	74
<b>5.</b>	<b>Cercetări experimentale referitoare la calitatea suprafețelor de tip convex generate prin frezare</b>	
5.1.	Studiu experimental privind influența traiectoriei sculei asupra rugozității obținute la prelucrarea suprafețelor sferice	
5.1.1.	Considerații generale .....	77
5.1.2.	Activitatea experimentală .....	78
5.1.3.	Proiectarea procesului CAM .....	79
5.1.4.	Evaluarea rezultatelor .....	80



5.2.	Studiu experimental privind influența adaosului de prelucrare asupra rugozității obținute la prelucrarea suprafețelor sferice.	
5.2.1.	Considerații generale.....	100
5.2.2.	Activitatea experimentală .....	101
5.2.3.	Evaluarea rezultatelor .....	102
5.3.	Studiu experimental privind influența pasului radial asupra rugozității obținute la prelucrarea suprafețelor sferice.	
5.3.1.	Considerații generale.....	104
5.3.2.	Activitatea experimentală .....	105
5.3.3.	Evaluarea rezultatelor .....	105
5.4.	Studiu experimental privind influența avansului pe dinte asupra rugozității obținute la prelucrarea suprafețelor sferice.	
5.4.1.	Considerații generale.....	107
5.4.2.	Activitatea experimentală .....	107
5.4.3.	Evaluarea rezultatelor .....	108
5.5.	Studiu experimental privind influența vitezei de așchiere asupra rugozității obținute la prelucrarea suprafețelor sferice.	
5.5.1.	Considerații generale.....	110
5.5.2.	Activitatea experimentală .....	110
5.5.3.	Evaluarea rezultatelor .....	111
5.6.	Concluzii și contribuții personale.....	113
<b>6.</b>	<b>Cercetări experimentale privind calitatea suprafeței proiectoarelor auto-moto realizate-studiu de caz .....</b>	<b>117</b>
<b>7.</b>	<b>Concluzii finale, contribuții personale și perspective viitoare ale cercetării .....</b>	<b>125</b>
<b>8.</b>	<b>Bibliografie.....</b>	<b>133</b>
<b>9.</b>	<b>Borderou de anexe .....</b>	<b>143</b>
	Anexa 1 Opisul figurilor.....	145
	Anexa 2.1 Desen de ansamblu matrița de injectat.....	147
	Anexa 2.2 Desen de execuție miezuri matriță.....	151
	Anexa 3 Parametrii procesului CAM .....	153
	Anexa 4 Măsurători .....	167