



Universitatea
Transilvania
din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

REZUMAT

Titlu: Cercetări privind fabricația aditivă și analiza calității produselor
industriale polimerice

Domeniul: Inginerie industrială

Autor: Conf. Dr. Ing. Răzvan Udriou

Universitatea Transilvania din Braşov

BRAȘOV, 2023

Teza de abilitare prezintă o sinteză a rezultatelor științifice și profesionale ale candidatului dr. ing. Răzvan UDROIU, obținute și publicate după susținerea, în anul 2003, a tezei de doctorat intitulată „Proiectarea și fabricația pieselor de formă complexă” și obținerea titlului de doctor inginer în domeniul Inginerie Industrială, în cadrul Universității Transilvania din Brașov (coordonator științific: prof. dr. ing. Nicolae-Valentin IVAN). Autorul tezei deține în prezent funcția didactică de conferențiar, cu normă întreagă, în cadrul Departamentului de Inginerie Fabricației a Universității Transilvania din Brașov.

Teza de abilitare „Cercetări privind fabricația aditivă și analiza calității produselor industriale polimerice” prezintă realizările care atestă capacitățile și performanțele în domeniul Ingineriei Industriale, privind fabricația aditivă și analiza calității proceselor și produselor aferente acestora. Sunt tratate în principal procesele de pulverizare cu jet de material și pulverizare cu jet de liant, precum și aplicații ale acestora.

Lucrarea conține următoarele secțiuni principale: **B1.1 Realizări științifice**, **B1.2 Realizări profesionale**, precum și **B2 Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei**. Prima secțiune evidențiază realizările științifice fiind împărțită în șase capitole distincte urmate de un capitol de concluzii și contribuții personale.

Capitolul 1, Cercetări privind optimizarea proceselor de fabricație aditivă pentru teste funcționale, prezintă trei studii de caz care tratează optimizarea poziției și orientării în vederea fabricării, a unei piese, a două piese și a mai multe piese pe platforma de construcție a sistemului AM. De asemenea, fabricarea aditivă a rotorului unei turbine Pelton este analizată în două variante constructive. Rezultatele cercetărilor au constat în determinarea regulilor de poziționare și orientare a pieselor pentru optimizarea timpului de fabricație și a consumului de materiale, pentru procesele de pulverizare cu jet de material și pulverizare cu jet de liant.

Capitolul 2, Cercetări experimentale privind fabricarea rapidă a sculelor și matrițelor prin procedee aditive, cuprinde trei studii de caz privind fabricarea sculelor rapide prin procedee de fabricație aditivă. În primul studiu de caz, un calapod pentru realizarea unei componente de tip burduf este proiectat și fabricat prin procedeul aditiv de pulverizare cu jet de liant. Al doilea și, respectiv, al treilea studiu de caz prezintă procedee de fabricare rapidă indirecte și directe pentru realizarea matrițelor, prin pulverizare cu jet de materiale PolyJet și aplicații ale acestora.

Capitolul 3, intitulat Metodologie și cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor plane fabricate prin procedee aditive, este structurat în 5 subcapitole. Mai întâi este realizată o sinteză a cercetărilor în domeniu, privind calitatea suprafețelor fabricate prin procedee aditive. În continuare, a fost propusă o nouă metodologie privind analiza calității suprafeței pieselor obținute prin fabricație aditivă, bazată pe un artefact de testare. Metodologia este validată de un studiu de caz experimental axat pe tehnologia de pulverizare cu jet de material (PolyJet). Artefactul de testare conceput pentru a investiga calitatea suprafețelor plane, constă din plăci rotite în jurul unei axe orizontale și conține configurații de

design cu geometrie editabilă. Familia de artefacte permite utilizarea lor pe diferite platformelor de construcție ale sistemelor AM, având dimensiuni diverse.

Efectele a trei factori principali (orientarea artefactului, orientarea platinei, tipul de finisare) asupra rugozității suprafeței plăcilor sunt investigate folosind proiectarea statistică a experimentelor. A fost propus un model teoretic de repartiție a rugozității care include post-procesarea și a fost comparat cu distribuția experimentală a rugozității. Rezultatele au arătat că factorii semnificativi care influențează rugozitatea suprafeței sunt orientarea plăcii, tipul de finisare și interacțiunea lor. De asemenea, rugozitatea experimentală (R_a) pentru procesul PolyJet a fost determinată în intervalul 0,5–15 μm pentru finisaj mat, respectiv în intervalul 0,5–4 μm pentru finisaj lucios.

În **Capitolul 4, Metodologie si cercetări experimentale privind analiza calității suprafețelor pieselor aerodinamice fabricate prin procedee aditive**, o nouă metodologie pentru analiza rugozității pieselor aerodinamice a fost propusă și validată prin cercetări experimentale și studii de caz pentru tehnologia de jet de materiale (PolyJet). Au fost proiectate două artefacte de testare de formă aerodinamică, pentru teste preliminare și teste de validare. Au fost analizate orientări diferite ale artefactelor pe baza păstrării aceleiași calități a suprafeței pe suprafața superioară și inferioară a probei. Rugozitatea suprafeței artefactelor aerodinamice a fost analizată în trei locații diferite, cum ar fi zonele de la marginea anterioară, centrală și cea de fugă, pe suprafețele superioare și inferioare. Efectele factorilor principali asupra rugozității suprafeței artefactului au fost investigate folosind proiectarea statistică a experimentelor. Cele mai bune rezultate au fost obținute pentru orientarea XY pe platforma de construcție pentru artefactul fabricat în finisaj mat. De asemenea, suprafețele artefactelor aerodinamice au fost analizate și caracterizate prin microscopie în diferite zone.

Capitolul 5, intitulat Metodologie si cercetări experimentale privind analiza performanței sistemului și a capabilității de proces în fabricația aditivă, prezintă o metodologie de analiză a performanței unui sistem de fabricație aditivă și a capabilității procesului de fabricație aditivă, folosind controlul statistic. Această metodologie constă în șase pași, începând cu specificarea procesului, urmată de determinarea variabilității sistemului de măsurare, verificarea ipotezelor capabilității critice, determinarea capabilității sistemului AM, determinarea capabilității procesului AM și investigațiile microscopice. Un studiu de caz bazat pe tehnologia PolyJet a validat metodologia propusă. Loturi de 50 de probe de formă circulară au fost fabricate aditiv din rășini fotopolimerice. În acest studiu au fost luate în considerare două caracteristici critice ale specimenului. A fost efectuat un studiu de repetabilitate și reproductibilitate pentru a determina variabilitatea sistemului de măsurare. Au fost determinate capabilitățile mașinii și procesului, iar rezultatele au fost analizate pe baza cerințelor din controlul statistic al procesului. Rezultatele arată că indicii de capabilitate ai mașinii EDEN 350 și ai procesului Polyjet sunt peste 1,67 într-un interval de toleranță capabil de 0,22 mm.

Gradul internațional de toleranță pentru o piesă circulară construită prin pulverizare cu jet de material a fost determinat ca fiind IT9 pentru dimensiunea radială și IT10 pentru dimensiunile liniare. Analiza microscopică a explicat și validat unele rezultate din studiul de capabilitate.

Capitolul 6, Metodologie și cercetări privind analiza structurii interne a pieselor de tip multi-material prin control nedistructiv, prezintă în prima parte o metodologie privind determinarea și analiza defectelor interne de tip porozitate pentru un multi-material prin tomografie computerizată cu raze X, iar în partea a doua sunt prezentate investigații experimentale privind caracterizarea porozității unui multi-material compozit. Această metodologie constă din următorii pași principali: scanarea CT a cinci probelor dintr-un panou de tip multi-material, analiza morfologică 3D a probelor, determinarea porozității pentru fiecare material component, urmată de analiza statistică a caracteristicilor porilor.

Concluzii generale privind cercetările din cadrul celor șase capitole, precum și **contribuțiile personale** ale autorului acestei teze de abilitare sunt prezentate într-un capitol distinct.

A doua secțiune, **B1.2 Realizări profesionale** prezintă principalele aspecte privind experiența profesională, activitatea didactică și de cercetare științifică a autorului.

Planurile autorului privind dezvoltarea activității didactice, de cercetare științifică și a carierei profesionale sunt prezentate detaliat în cea de a treia secțiune a lucrării intitulată **Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei. Referințele bibliografice** utilizate în elaborarea acestei teze de abilitare sunt prezentate în ultima parte a lucrării.

Sintetic, teza conține 125 de figuri, 29 de tabele, 6 relații originale și 148 de titluri bibliografice. Elaborarea tezei de abilitare s-a bazat pe rezultatele științifice publicate în 16 articole științifice în calitate de autor principal și obținute în 15 proiecte de cercetare științifică în calitate de director de proiect, după obținerea titlului de doctor inginer.