



Universitatea Transilvania din Brașov

TEZĂ DE ABILITARE

**Progrese în pulverizarea termică industrială: optimizarea
procesului, dezvoltarea de acoperiri și aplicații inovatoare**

Domeniul: Inginerie industrială

**Autor: Conf. dr. ing. Ionuț Claudiu ROATĂ
Universitatea Transilvania din Brașov**

BRAȘOV, 2025

Teza de abilitare intitulată „Progrese în pulverizarea termică industrială: optimizarea procesului, dezvoltarea de acoperiri și aplicații inovatoare” prezintă rezultatele cercetărilor proprii, realizate după obținerea titlului de doctor în ingineria industrială în anul 2009. Aceste rezultate se referă la optimizarea parametrilor tehnologici utilizați la pulverizarea cu flacără și pulberi, obținându-se acoperiri cu performanțe superioare și cu o aplicabilitate extinsă în diferite domenii, precum inginerie industrială, ingineria suprafețelor sau electrochimie.

Rezultatele cercetărilor multidisciplinare sunt structurate în secțiunea B2 a acestei teze de abilitare în patru capitole: 1. Tehnologii de pulverizare termică în ingineria industrială; 2. Parametrii critici ai procesului în pulverizarea cu flacără a pulberilor: influență, optimizare și impact asupra calității acoperirii și 3. Dezvoltarea experimentală și caracterizarea acoperirilor avansate prin pulverizare termică. În încheierea tezei de abilitare sunt prezentate de asemenea elemente privind planurile de evoluție și dezvoltare a carierei academice (secțiunea B3).

Primul capitol prezintă o analiză detaliată a evoluției tehnologiilor de pulverizare termică, cu accent pe metodele utilizate pentru obținerea de acoperiri cu performanțe superioare în domeniul ingineriei de suprafață. În cadrul acestei prezentări, sunt identificate și discutate principalele provocări tehnice, precum controlul oxidării, menținerea stabilității fazelor materiale și optimizarea eficienței proceselor de producție, aspecte esențiale pentru obținerea unor acoperiri durabile și de înaltă calitate.

Capitolul al doilea prezintă parametrii tehnologici ai procesului de pulverizare cu flacără și impactul acestora asupra obținerii unor acoperiri caracterizate prin proprietăți mecanice, fizice și chimice superioare. O analiză aprofundată a acestor parametri, precum și capacitatea de a-i modifica strategic, sunt ilustrate printr-o serie de studii experimentale realizate de către mine și prezentate în detaliu în Capitolul 3. Aceste studii constituie fundamentul pentru îmbunătățirea tehnologiei de pulverizare termică și pentru dezvoltarea de acoperiri optimizate, conforme cerințelor stricte ale aplicațiilor industriale.

Capitolul al treilea exemplifică prin prisma propriilor cercetări, faptul că utilizarea pulberilor încărcate electric îmbunătățește proprietățile fizice și mecanice ale straturilor depuse, rezultând o omogenitate, duritate microstructurală și aderență superioare. În comparație, probele fără pulberi încărcate electric prezintă o structură neomogenă și o calitate a interfeței inferioare.

Tot în acest capitol este prezentată influența utilizării unui gaz de protecție (Ar) pentru reducerea oxidării în timpul procesului de depunere, conducând la o scădere semnificativă a rezistivității electrice a stratului depus. Această îmbunătățire a conductivității electrice optimizează performanța materialului în aplicații care necesită straturi conductoare cu rezistență scăzută, evidențiind importanța controlului precis al atmosferei de argon pentru a menține integritatea materialului și a spori funcționalitatea acestuia.

Sunt redată de asemenea două aplicații ale utilizării tratamentelor termice solare pe două tipuri de pulberi cupru – aluminiu – fier și cupru – nichel depuse prin pulverizare termică, obținându-se o îmbunătățire a omogenității și interfeței cu substratul. Procesul de tratament

termic a favorizat formarea compușilor intermetalici, ceea ce a dus la creșterea durității și rezistenței la uzură.

O alta aplicație a straturilor depuse prin pulverizare termică este utilizarea lor în procesul de fotocataliză datorită capacității lor de a îmbunătăți performanța proceselor de purificare a apelor și aerului. Prin aplicarea unor straturi metalice sau compozite metalice pe substraturi, se poate crea o interfață eficientă pentru transferul de sarcini și reducerea recombinației electronilor și a golurilor, ceea ce duce la creșterea activității fotocatalitice. De asemenea, aceste straturi pot conferi stabilitate mecanică și chimică, prelungind durata de viață a sistemelor fotocatalitice. În plus, pulverizarea termică modifică proprietățile optice ale materialelor, sporind absorbția de lumină și eficiența utilizării energiei solare, fiind esențială în dezvoltarea unor tehnologii eficiente pentru tratarea apelor uzate și reducerea poluării atmosferice.

Este redat un studiu al influenței vitezei de depunere cu fascicul laser, astfel vitezele mari (90 mm/s) duc la îmbunătățirea durității straturilor depuse datorită obținerii unei diluții reduse dar ridică semne de întrebare cu privire la expunerea profesională la emisiile metalice în timpul procesului.

Planurile de dezvoltare ale carierei academice pe plan didactic și de cercetare sunt detaliate în secțiunea B3 a tezei de abilitare. Referitor la direcțiile de cercetare viitoare, acestea includ:

- optimizarea parametrilor tehnologici pentru pulverizarea cu flacără și pulberi pe bază NiCrAlX pentru a obține straturi rezistente la coroziune;
- optimizarea parametrilor tehnologici pentru pulverizarea cu flacără și pulberi biocompatibile (bioxid de zirconiu, bioxid de aluminiu, bioxid de calciu);
- utilizarea fascicului laser pentru fuzionarea straturilor depuse prin pulverizarea cu flacără și pulberi;
- extinderea aplicațiilor straturilor depuse în mediu de gaz protector pentru reducerea greutateii structurilor, îmbunătățirea rezistenței la coroziune și a performanțelor termice.

Activitatea mea de cercetare până în prezent s-a materializat prin publicarea a 50 de articole cu factor de impact (indexate de Clarivate Analytics Web of Science) și a 12 articole în proceedings ISI. Am fost director de proiect pentru patru granturi de cercetare, iar vizibilitatea cercetărilor este reflectată de către indicii Hirsch 12 conform Clarivate și Scopus.