

Rezumat

Prezenta teză de abilitare, intitulată “**Spume metalice și compozite pe bază de spume metalice**”, sintetizează performanțele academice, profesionale și de cercetare ale candidatului dr. ing. Emanoil LINUL, după primirea titlului științific de doctor inginer (2011), și până în prezent. Autorul tezei, ocupă în prezent funcția didactică de *Conferențiar Universitar*, cu norma întregă, în Statul de Funcțiuni al Departamentului de Mecanică și Rezistența Materialeleor al Universității Politehnica Timișoara. În același timp, începând cu anul 2018, candidatul este *Cercetător Asociat* în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Electrochimie și Materie Condensată din Timișoara. Această teza prezintă o colecție impresionantă de abordări experimentale și analitice, în domeniul Ingineriei Mecanice, privind comportamentul mecanic al materialelor celulare ușoare avansate.

Lucrarea este structurată în trei părți principale, divizate la rândul lor în cinci capitole distincte. Prima parte (§1) prezintă realizările autorului, a doua parte (§2-4) cuprinde rezultatele activității de cercetare, iar ultima parte (§5) include evoluția carierei și perspectivele de dezvoltare personală după obținerea atestatului de abilitare. De asemenea, teza mai conține 334 titluri bibliografice, 118 figuri, 21 tabele, 61 ecuații și relații de calcul, respectiv 4 anexe.

PRIMA PARTE a tezei de abilitare, **Capitolul 1**, menționează principalele realizări științifice, academice și profesionale ale candidatului, obținute în ultimii 11 ani de la susținerea publică a tezei de doctorat. După obținerea titlului științific de doctor, **activitatea de cercetare** a candidatului s-a dezvoltat în patru teme principale, ale căror repere sunt prezentate în Secțiunea 1.2.1. Prima temă de cercetare este asociată cu spumele metalice, domeniu abordat începând cu anul 2011 (§1.2.1.1). Următoarea temă este asociată cu spumele polimerice, subiect care extinde domeniul tezei de doctorat (§1.2.1.2). A treia temă, inițiată în anul 2016, este asociată cu spumele ceramice (§1.2.1.3). Ultima temă de cercetare reflectă domeniul componentelor printate 3D, etapă dezvoltată în anul 2018 (§1.2.1.4). Cele mai relevante publicații științifice (§1.2.2), proiectele de cercetare (§1.2.3) și cele cu industria (§1.2.4) și stagiile de cercetare (§1.2.5), asociate cu activitatea de cercetare a candidatului sunt, de asemenea, prezentate. Rezultatele activității de cercetare ale candidatului au fost prezentate în cadrul unor manifestări academice și științifice, naționale și internaționale, prin articole publicate în reviste sau în volumele de lucrări ale conferințelor. În perioada 2011-2021, candidatul a publicat peste 120 de lucrări științifice, dintre care 91 sunt indexate în bazele de date Web of Science sau Scopus, în 61 dintre acestea candidatul fiind prim autor sau autor corespondent. Întregul portofoliu de realizări științifice, pe care se bazează prezenta teză de abilitare, se bucură de o bună vizibilitate internațională. Astfel, până în prezent, lucrările autorului au beneficiat de peste 1750 de citări identificate în baza de date Web of Science (H-

index = 29), respectiv peste 2080 de citări identificate în baza de date Scopus (H-index = 31). **Realizările academice** (§1.3) ale candidatului sunt materializate prin activitatea didactică desfășurată pe plan intern și internațional (§1.3.1), prin formarea profesională continuă (§1.3.2), respectiv prin funcțiile și responsabilitățile atribuite la nivel de Departament, Facultate sau Universitate (§1.3.3). Preocuparea pentru activitatea didactică s-a concretizat încă din perioada studiilor de doctorat (2008-2011), candidatul efectuând ore de aplicații la diverse discipline din cadrul departamentului. În ceea ce privește funcțiile universitare, din anul 2012 candidatul desfășoară activități didactice la Universitatea Politehnica Timișoara, deținând pe rând, funcții didactice precum: Asistent universitar (februarie 2012), Șef Lucrări universitar (februarie 2017) și Conferențiar universitar (septembrie 2019). Prestigiul profesional dobândit (§1.4.1), calitatea de membru al unor organizații profesionale de prestigiu (§1.4.2), colaborările profesionale naționale și internaționale (§1.4.3), activitatea de recenzor al diferitelor reviste de specialitate (§1.4.4), respectiv premiile și distincțiile primite (§1.5.5), constituie **realizările profesionale** (§1.4) ale candidatului. Mai mult decât atât, implicarea activă în comitetul editorial al unor reviste științifice de prestigiu, precum și organizarea de diverse manifestări științifice internaționale, confirmă și validează prestigiul profesional al candidatului.

A DOUA PARTE a tezei de abilitare este structurată pe trei capitole (Introducere, Spume metalice și Compozite pe bază de spume metalice), și cuprinde cele mai importante rezultate cu privire la contribuția științifică personală a autorului. În mod cuprinzător, activitatea de cercetare a candidatului este orientată spre aplicații ingineresti moderne, cu un accent constant pe proiectarea, optimizarea, fabricarea și caracterizarea materialelor celulare ușoare și a compozitelor avansate pe bază de materiale celulare.

Capitolul 2 este organizat pe patru secțiuni și prezintă o introducere detaliată în tema de cercetare abordată. În prima parte a *Secțiunii 2.1* se definesc materialele celulare, se realizează o prezentare generală a materialelor celulare naturale, respectiv se clasifică materialele celulare în funcție de morfologia celulelor și modul de conectare al acestora. Apoi, în funcție de matricea de bază utilizată, sunt enumerate, definite și prezentate principalele tipuri de materiale celulare sintetice. Proprietățile spumelor metalice, principalele aliaje metalice utilizate pentru fabricarea spumelor metalice, precum și microstructura spumelor metalice constituie subiectul celei de-a doua jumătăți a *Secțiunii 2.1*. *Secțiunea 2.2* prezintă metodele de obținere a spumelor metalice. Inițial, se realizează o clasificare a spumelor metalice pe baza metodelor de fabricație „cu presiune asistată” și „fără presiune”. Ulterior, se efectuează o descriere detaliată a proceselor de obținere a spumelor prin turnare și prin metalurgia pulberilor. Astfel, se prezintă modul de alegere a constituienților utilizați, etapele proceselor de fabricație, discuții și imagini cu microstructura spumelor, și, în cele din urmă, se evidențiază avantajele și dezavantajele asociate fiecărui proces. În *Secțiunea 2.3* se prezintă proprietățile mecanice ale spumelor metalice, împreună cu principalele metode distructive și nedistructive de determinare a acestora. Se descrie influența densității, aliajului folosit, temperaturii de testare și vitezei de încărcare asupra

comportamentului mecanic al spumelor metalice. De asemenea, se prezintă regiunile curbei tensiune-deformație la compresiune și, pe baza acestor regiuni caracteristice, se definesc principalele proprietăți mecanice. Mai mult, pentru înțelegerea comportamentului mecanic, se prezintă studii din literatura de specialitate efectuate pe diferite tipuri de spume metalice. Aplicațiile funcționale și structurale ale spumelor metalice sunt incluse în *Secțiunea 2.4*. În prima parte se definesc criteriile și factorii care stau la baza domeniului de aplicabilitate al spumelor metalice. Mai departe, se realizează o distribuție a aplicațiilor privind spumele metalice în diverse sectoare industriale. În ultima parte se prezintă aplicațiile spumelor metalice, grupate în funcție de morfologia celulelor și tipul aplicației.

Capitolul 3 prezintă influența temperaturii, anizotropiei, direcției de încărcare, vitezei de încărcare și densității asupra proprietăților mecanice ale spumelor metalice. Studiile se concentrează în special pe mecanismele de cedare care au loc în microstructura spumelor, proprietățile de rezistență și pe performanțele energiei de absorbție. Mai mult, potrivit cu temperaturile de testare utilizate, se realizează diverse corelații între macrostructură, microstructură și curbele caracteristice ale spumelor investigate. *Secțiunea 3.1* prezintă detaliat influența temperaturii de testare (25, 150, 300 și 450°C) și direcției de încărcare (axial și radial) asupra proprietăților mecanice la compresiune ale epruvetelor cilindrice din spumă metalică. În finalul secțiunii, se prezintă o comparație a proprietăților mecanice pentru cele două direcții de încărcare, funcție de temperatura de testare. *Secțiunea 3.2* studiază comportamentul mecanic al spumelor metalice, pe epruvete cubice, sub diferite condiții de încărcare (trei direcții ortogonale), respectiv diferite temperaturi de testare (-196, 25 și 250°C). Accentul este pus pe efectul orientării și tipului celulelor, precum și pe procentul de distribuție al acestora în structura spumelor, asupra proprietăților mecanice. În plus, conform temperaturii de testare și direcției de încărcare, se prezintă modificarea procentuală relativă a proprietăților normalizate. Scopul principal al *Secțiunii 3.3* este de a realiza o analiză statistică a microstructurii spumelor metalice și de a determina caracteristicile mecanice sub dubla influență a densității (0,35 – 0,55 g/cm³) și a vitezei de încărcare (1,67·10⁻⁴ m/s – 3,72 m/s). Se prezintă comparații între rezultatele cvasi-stactice și dinamice. De asemenea, câmpul de deformații de pe suprafața epruvetelor, rezultat în urma încărcărilor de compresiune, se identifică prin trasarea hărților deformațiilor de suprafață. *Secțiunea 3.4* abordează influența densității spumelor metalice (0,43 – 1,39 g/cm³) asupra coeficientului lui Poisson. Inițial, pentru determinarea valorilor coeficientului lui Poisson, se realizează investigații experimentale nedistructive, pe epruvete disc, prin aplicarea metodei excitării prin impuls. Ulterior, dependența coeficientului lui Poisson de porozitatea spumei metalice, a fost modelată analitic prin utilizarea metodei de aproximare liniară și pe baza relației putere-lege de percolație.

Capitolul 4 se concentrează pe influența temperaturii de testare (intervalul 25-450°C) asupra proprietăților mecanice ale compozitelor pe bază de spume metalice. Sunt prezentate principalele rezultate (curbele caracteristice, variația proprietăților, procesul de deformare al epruvetelor, analiza macro- și micro-structurală) ale tuburilor goale și tuburilor umplute cu spumă, solificate la compresiune

axială și radială. Apoi, în funcție de temperatura de testare, se compară rezultatele celor două configurații de epruvete (tub gol – tub umplut cu spumă), respectiv a celor două tipuri de încărcări (axial – radial). Mai mult, conform temperaturii de testare și configurației epruvetelor, se prezintă unele corelații între macrostructură, microstructură și curbele caracteristice la compresiune cvasi-statică. În final sunt prezentate discuții aprofundate privind efectul articulațiilor plastice și a tranziției fragil → ductil, atât asupra proprietăților de rezistență și capacității de absorbție a energiei, cât și asupra mecanismelor de cedare care au loc și interacțiunii spumă-tub.

A TREIA PARTE a tezei de abilitare, **Capitolul 5**, prezintă succint planul de evoluție și dezvoltare a carierei din punct de vedere științific, academic și profesional. În vederea îmbunătățirii prestigiului personal și instituțional, obiectivul general de dezvoltare a carierei se conturează pe două abordări principale. Prima abordare are la bază rezultatele dobândite și experiența actuală a candidatului; mai exact direcțiile dezvoltate până în prezent, în domeniul pregătirii și desfășurării activității, care au fost parțial investigate și care necesită o aprofundare detaliată. A doua abordare este reprezentată de obținerea unor noi rezultate și cunoștințe importante, prin identificarea unor direcții de actualitate și oportunități de dezvoltare. În ceea ce privește *dezvoltarea carierei științifice*, cercetările viitoare se vor desfășura pe trei direcții principale: materiale celulare naturale și sintetice (§5.2.1), componente printate 3D (§5.2.2) și structuri compozite pe bază de materiale celulare (§5.2.3). Pentru susținerea direcțiilor de cercetare amintite și pentru dezvoltarea continuă a carierei științifice, în Secțiunea 5.2.4, sunt prezentate soluții care să ducă la realizarea acestora. *Dezvoltarea carierei academice* (§5.3) se identifică pe baza a trei niveluri principale, și anume: activități individuale, colegiale și studentești. Pentru fiecare nivel amintit, candidatul prezintă obiective concrete. *Dezvoltarea carierei profesionale* (§5.4) urmărește recunoașterea performanțelor profesionale pe plan internațional ale candidatului. În acest sens, autorul propune atingerea mai multor obiective specifice.

Teza de abilitare se încheie cu *lista referințelor bibliografice* asociate celor trei părți și secțiunea de *Anexe* care conține lista de figuri (Anexa 1), lista de tabele (Anexa 2), lista de notații, abrevieri, acronime (Anexa 3) și lista a 10 publicații științifice relevante (Anexa 4).