



**ACADEMIA TEHNICĂ MILITARĂ
„FERDINAND I”
ȘCOALA DOCTORALĂ
„INGINERIA SISTEMELOR DE APĂRARE
ȘI SECURITATE”**

TEZĂ DE ABILITARE

***CERCETĂRI PRIN SIMULARE NUMERICĂ A
FENOMENELOR SPECIFICE BALISTICII
INTERIOARE ȘI BALISTICII TERMINALE, CE
IMPLICĂ TRANSFORMĂRI DINAMICE CU VITEZE
MARI***

REZUMAT

Domeniul fundamental: Științe inginerești

Domeniul de doctorat: Inginerie Mecanică

Autor: CS II dr.ing. MATACHE Liviu-Cristian

Departamentul: Ingineria Sistemelor de Armament și Mecatronică

București 2023

Teza de abilitare cu titlul „*CERCETĂRI PRIN SIMULARE NUMERICĂ A FENOMENELOR SPECIFICE BALISTICII INTERIOARE ȘI BALISTICII TERMINALE, CE IMPLICĂ TRANSFORMĂRI DINAMICE CU VITEZE MARI*”, sintetizează preocupările științifice ale autorului în sfera ingineriei sistemelor de armament, în perioada 2010 – 2023, după obținerea titlului de doctor în domeniul INGINERIE MECANICĂ.

Lucrarea este structurată pe trei părți, debutând cu o primă parte introductivă, urmată de prezentarea în detaliu a realizărilor științifice ale autorului, a treia parte fiind rezervată planului de evoluție și dezvoltare a carierei. Teza de abilitare se încheie cu lista referințelor bibliografice asociate acesteia.

Capitolul introductiv cuprinde expunerea pe scurt a dezvoltării carierei profesionale a autorului, prezentând posturile de cercetare ocupate, cursurile ce i-au completat pregătirea, proiectele de cercetare pe care autorul lucrării le-a condus sau la care a participat ca membru în echipa de realizare și tezele de doctorat la căror elaborare a contribuit, sprijinind realizarea lor atât în partea experimentală cât și în cea teoretică.

În a doua parte sunt prezentate o serie de realizări științifice, profesionale și academice obținute în urma activităților de cercetare, grupate pe trei direcții principale.

Prima direcție intitulată *O abordare gazodinamică a fenomenului arderii pulberii de azvârlire în sistemele de armament. Simularea numerică ca nouă metodă în proiectarea sistemelor propulsive* prezintă o metodologie de analiză a fenomenului tragerii cu o gură de foc, prin simulare numerică, pentru sistemele de armament echipate cu noi generații de pulberi propulsive. Modelele clasice de studiu al balisticii interioare presupun o serie de ipoteze simplificatoare, evaluarea unor parametri globali uneori mediați, fapt ce nu poate pune în evidență cu precizie aspecte legate de arderea și deplasarea în țevă a unor elemente de pulbere de azvârlire coextrudate sau combinate. Astfel, s-a impus nevoia realizării unor noi modele gazodinamice, care să surprindă cu precizie atât aprinderea progresivă a pulberilor de azvârlire, curgerea gazelor în țevă cu antrenarea și deplasarea elementelor de pulbere cât și ciocnirea elementelor de pulbere, transferul termic la pereți etc. Aceste aspecte ale fenomenului sunt modelate cu ajutorul unor programe specializate de simulare numerică, care pun în evidență detaliile prezentate anterior. În acest mod, pot fi modelate mai multe tipuri de pulberi de azvârlire în cadrul aceleiași încărcături propulsive, ținând cont de modul de deplasare a acestora în curgerea gazelor, și chiar mai mult, pot fi modelate pulberile de azvârlire care sunt formate din două sau mai multe straturi și care își pot modifica legea vitezei de ardere în timp, pe măsură ce proiectilul se deplasează în țevă. Ca un prim pas în metodologia realizată trebuie determinată legea vitezei de ardere printr-un algoritm iterativ ce presupune modelarea tragerilor în bomba manometrică.

În prezent, simularea numerică a problemelor mediului continuu este una dintre metodele uzuale pentru obținerea unor soluții sigure și ieftine, dar cu toate acestea, simularea numerică nu poate elimina complet experimentul. În proces fiind implicate modele fizice, este necesară dezvoltarea unei baze de date, în care trebuie să se regăsească cât mai detaliat proprietățile materialelor care intervin în aplicațiile analizate. În acest sens, în cadrul celei de-a doua direcții cu titlul *Metodologie pentru modelarea comportării materialelor la solicitări dinamice cu viteze mari de deformare*, se prezintă un algoritm de determinare a modelelor constitutive dinamice folosite pentru modelarea materialelor utilizate în domeniul militar, în aplicații de balistică terminală cum ar fi, impactul cu penetratoare cinetice care produc solicitări cu viteze mari de deformare. Metodologia propusă cuprinde un algoritm ce cuprinde teste statice, dinamice și simularea acestor procese. Algoritmul, deși este exemplificat cu ajutorul programului Ls-Dyna, este formulat în termeni generali, comuni tuturor programelor cu elemente finite, și prin urmare, se poate aplica pe orice program care are modul de analiză dinamică sau pe programele specializate.

De cele mai multe ori experimentele ce pot fi scumpe, consumatoare de timp sau chiar periculoase pot fi înlocuite cu simularea numerică, ce se dovedește a fi un mijloc alternativ de investigare științifică. Ultima direcție prezentată, denumită *Modele virtuale utilizate în studiul fenomenelor tranzitorii de balistică terminală, în scopul proiectării mijloacelor de protecție balistică*, are drept subiect simularea numerică în sprijinul dezvoltării mijloacelor de protecție balistică individuală și colectivă. Abordarea numerică furnizează informații complete, fapt ce o face să fie de cele mai multe ori mai utilă decât metodele tradiționale de cercetare experimentală, deoarece fenomenele, care nu pot fi în mod direct observate, măsurate sau care sunt dificil de pus în evidență prin alte mijloace, pot fi în acest fel supuse atenției cercetătorului.

În ultima parte a lucrării, dedicată planurilor de evoluție și de dezvoltare a carierei, se prezintă viitoarele direcții de dezvoltare a carierei științifice și academice a autorului, având ca bază preocupările din domeniul de formare și de maturizare profesională, și anume, cel al *munițiilor, materialelor energetice și protecției balistice*. În ceea ce privește cariera științifică, pornind de la proiecte aflate în derulare sau care urmează a fi inițiate, autorul identifică câteva teme ce vor fi abordate în viitor, după cum urmează: *modele gazodinamice de balistică interioară, mijloacele de neutralizare a dispozitivelor explozive subacvatice și atenuarea efectelor exploziilor în apă, componente de luptă termobarice cu funcționare în tandem și propergoli compoziți eterogeni metalizați pentru motoarele rachetă*. Din punct de vedere academic, completând și corelând partea teoretică cu cea experimentală autorul dorește să ofere studenților o viziune exhaustivă asupra fenomenelor studiate, care să le răspundă la posibilele întrebări și să-i atragă spre învățarea și aprofundarea disciplinelor predate, precum și spre participarea în cadrul anumitor proiecte de cercetare, mai ales pentru studenții masteranzi și doctoranzi.