

ABSTRACT

Date fiind progresele foarte rapide in domeniul ceramicilor structurale cu aplicatii in tribologie, balistica, aeronautica, automobilistica, etc., tematica tezei a fost orientata spre dezvoltarea unor noi materiale ceramice compozite prin utilizarea unor tehnici neconventionale de obtinere care sa raspunda unor asemenea solicitari mecanice. S-au preferat utilizarea unor tehnici neconventionale deoarece tehnicile clasice de sinterizare/obtinere a materialelor ceramice dure sunt mari consumatoare de timp si bani.

De un real interes a fost ceramica aluminoasă. Aceasta prezintă proprietăți fizice performante, ce o recomandă pentru aplicații speciale. În ciuda, unei densități crescute (până la $3,95 \text{ g/cm}^3$), ceramica aluminoasă poate fi folosită pentru aplicații ce implică solicitări la impact.

Într-o primă fază, în vederea obținerii unor compozite mai ușoare cu rezistențe mecanice ridicate s-au realizat experimentări de laborator pentru obținerea de compozite de tipul ceramică oxidică - ceramică neoxidică de tip: $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiC}$, $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiC}$, ZTA - SiC obținute prin sinterizare neconvențională (în atmosferă de argon, respectiv în câmp de microunde). S-au analizat proprietățile ceramice, fizico-mecanice precum și microstructura și microcompoziția compozitelor de tip ceramică oxidică - SiC , sinterizate neconvențional. De asemenea, pentru a se observa performanța compozitelor obținute s-a realizat testarea la abraziune severă a compozitului ZTAS10 (compozitul cu rezultatele cele mai bune). Studiul a continuat cu obținerea de compozite de tip ZTA (alumina ranforsată cu zirconie) obținute prin procedee foarte rapide de sinterizare (în câmp de microunde și în câmp electric pulsatoriu). S-au folosit aceste tipuri de procedee pentru a se obține gradienti termici cât mai scăzuți. S-a făcut analiza termică a pulberilor co-precipitate de ZTA, s-a urmărit evoluția parametrilor de sinterizare a nanopulberilor de ZTA prin SPS și evoluția durtății Vickers și a tenacității la rupere a ceramicii ZTA. De asemenea s-a făcut și analiza caracteristicilor microstructurale, analiza spectrală în infraroșu și analiza spectrală Raman a compozitelor obținute.

În finalul părții experimentale se prezintă și obținerea unor ceramici de tip $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Ln}_2\text{O}_3$ ($\text{Ln} = \text{La}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{Nd}^{3+}$). Și în acest caz s-au realizat caracterizarea ceramicilor obținute, analiza mineralogică prin difracție cu raze X și caracterizările microstructurale ale acestora. Scopul acestor experimente a fost de a testa unele compatibilități pentru compozite ceramice ce vor fi dezvoltate ulterior în condițiile folosirii unor ranforsanți neoxidici.

Teza se încheie cu un capitol de modelare a comportării materialelor ceramice și a compozitelor solicitate la condiții mecanice deosebite, capitol ce are două părți distincte. Prima parte este dedicată realizării de corelații între compoziția chimică, modul de procesare și proprietăți ale materialelor ceramice supuse solicitărilor mecanice severe iar partea a doua s-a focalizat pe realizarea unui prim pas în modelarea matematică a comportării la ciocnirea materialelor ceramice.

Finalul tezei de doctorat cuprinde rezultatele originale obținute în cadrul programului doctoral alături de concluziile generale și unele prospectivni legate de dezvoltări ulterioare.

Considering the fast advances in the field of structural ceramics, with applications in tribology, ballistics, aerospace, automotive industry, etc., the thesis was aimed to developing new materials by using unconventional production techniques to meet the desired mechanical stresses. The use of the unconventional techniques was preferred because the conventional obtaining methods, for producing hard ceramics, are huge consumers of time and money. Of real interest was the alumina ceramic. It has high physical properties that recommend it for special applications. Despite its high density (up to 3.95 g/cm^3), the alumina ceramic can be used in applications involving high impact demands.

At first, in order to obtain lighter composites with high strength, experiments were carried out in order to obtain oxide ceramic - non oxide ceramic composites of type: $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiC}$, $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiC}$, ZTA - SiC by unconventional sintering techniques (argon atmosphere and microwave field, respectively). The mechanical and physical properties, as well as the microstructure of the unconventionally sintered oxide ceramic-SiC composites has been studied. Also, in order to see the performance of the obtained composites, the sample ZTAS10 (the one with the best results) underwent a severe abrasion test.

Then, the study continued with the obtaining of ZTA (zirconia toughened alumina) composites by fast sintering techniques (microwave field and spark plasma sintering). Such procedures were used in order to obtain thermal gradients as low as possible. The thermal analysis of the co precipitated ZTA powder has been performed. The evolution of the SPS sintering parameters of the ZTA nanopowder and the evolution of the Vickers hardness and of the fracture toughness of the ZTA ceramic have been performed. Moreover, the obtained composites were further investigated by microstructural analysis, IR and Raman spectroscopy.

In the end of the experimental part of the thesis, the obtaining of $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Ln}_2\text{O}_3$ ($\text{Ln} = \text{La}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{Nd}^{3+}$) ceramics has been made. In this case, also, the characterization of the obtained ceramics, the mineralogical analysis by X-ray diffraction and the microstructural analysis has been performed. The main purpose of this approach was to test several compatibilities for the ceramic composites for further developments when using nonoxide reinforcing ceramics.

The thesis ends with a chapter of modeling of the behavior of the ceramic materials and composites subjected to severe mechanical conditions, chapter that has two distinct parts. The first part is devoted to correlations between chemical composition, processing and properties of the ceramic materials used in severe conditions while the second part is focused on a first stage of mathematical modeling of ballistic impact behavior of ceramic materials.

The final part of the thesis contains a listing of the original results obtained along the doctoral programme as well as the general conclusions and several prospects for further developments of the subject.