

## Formulár ZK - Záverečná karta projektu

|  |   |
|--|---|
| Riešiteľ: Prof. RNDr. Ján Dusza, DrSc.   | Evidenčné číslo projektu: APVT-51-049702  |
| Názov projektu: Nanokompozity Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> -SiC pripravené karbotermickou redukciou SiO <sub>2</sub> a uhlíka  |   |
| Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:   | ÚSTAV MATERIÁLOVÉHO VÝSKUMU SLOVENSKEJ AKADEMIE VIED, KOŠICE  |
|  | ÚSTAV ANORGANICKEJ CHÉMIE SLOVENSKEJ AKADEMIE VIED, BRATISLAVA  |
|  |   |
|  |   |
| Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):  | University of Karlsruhe, Germany (Prof. Dr. Michael J. Hoffmann)  |
|  | Queen Mary University of London, England  |
|  | Imperial College London, England  |
| Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:   |   |
| Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uveďte i publikácie prijaté do tlače alebo pripravované):<br><br><i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i> | M. Kašiarová, J. Dusza, M. Hnatko, P. Šajgalík: Microstructure and fracture-mechanical properties of carbon derived Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> + SiC nanomaterials, <i>Materials Science and Engineering C</i> <b>26</b> (5-7), (2006) pp. 862-866.   |
|  | M. Kašiarová, J. Dusza, M. Hnatko, P. Šajgalík, M.J. Reece: Fractographic Montage for a Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> -SiC Nanocomposite <i>Journal of the American Ceramic Society</i> , 89, 2006, s.1752-1755  |
|  | J. Dusza, P. Šajgalík: Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> and Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Based Ceramic Nanocomposites. <i>International Journal of Materials and Product Technology</i> , 23, 2005, 1/2, s.91-120   |
|  | P. Šajgalík, M. Hnatko, P. Čopan, Z. Lenčéš, J.-L. Huang: Influence of graphite additives on wear properties of hot pressed Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ceramics, <i>Journal of the Ceramic Society of Japan</i> , <b>114</b> [11] (2006) 1061-1068.   |
|  | P. Šajgalík, M. Hnatko, Š. Lojanová, Z. Lenčéš, H. Pálková, J. Dusza: Microstructure, hardness, and fracture toughness evolution of hot-pressed SiC/Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> nano/micro composite after high-temperature treatment, <i>International Journal of Materials Research</i> , <b>97</b> (2006) 772-777.  |
| V čom vidíte uplatnenie výsledkov tohto projektu:  | Výsledky projektu zásadným spôsobom obohacujú základný výskum o poznatky týkajúce sa formovania nanoštruktúrnych keramických materiálov finančne menej náročnou metodikou ako aj o poznatky o štruktúrnej podstate lomovo-mechanických vlastností týchto materiálov. Uplatnenie výsledkov vidíme v tých oblastiach priemyslu, ktoré využívajú tento typ materiálu (strojárenský a automobilový priemysel) a tam, kde by sa dal nahradiť materiál s horšími vlastnosťami za materiál skúmaný v tomto projekte. |

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas ku zverejneniu údajov v nej uvedených.

Podpis riešiteľa: .....

Dátum: .....

## Charakteristika výsledkov

Evidenčné číslo: APVT-51-049702

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Hlavným cieľom projektu bol vývoj a charakterizácia nanomateriálu  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{SiC}$  pripravený netradičnou metódou, vznikom SiC častíc *in-situ* v procese spekania karbotermickou redukciou  $\text{SiO}_2$  uhlíkom, čo je finančne menej náročný spôsob prípravy takéhoto druhu kompozitného materiálu. Úspešne sa nám podarilo zvládnuť prípravu hutných kompozitných materiálov dvoma rôznymi metódami: metódou horúceho lisovania a metódou GPS (gas pressure sintering, spekanie pod vysokým pretlakom inertného dusíka). Pri oboch metódach prípravy boli optimalizované postupy prípravy týchto kompozitov. Materiál pripravený metódou horúceho lisovania bol podrobne ocharakterizovaný a v porovnaní s referenčným materiálom ako aj s materiálom pripraveným prídavkom amorfného SiNC prášku, vykazuje výrazne zlepšenie mechanických vlastností pri izbových teplotách ako aj pri teplotách v rozsahu  $1200^\circ\text{C} - 1400^\circ\text{C}$ . Materiál sa ukazuje byť vhodnou a finančne menej náročnou alternatívou pri výrobe keramických nástrojov určených pre obrábanie tvrdých kovov v strojárskom ako aj v automobilovom priemysle. Materiál pripravený metódou GPS sa vyznačuje jemnejšou mikroštruktúrou v porovnaní s materiálom pripraveným horúcim lisovaním a z hľadiska sériovej výroby súčiastok z tohto materiálu je to finančne zaujímavejšia alternatíva prípravy. Novo vyvinuté materiály boli komplexne charakterizované čo sa týka ich mikroštruktúry a hlavne mechanických vlastností s cieľom ponúknuť konštruktérom databázu vlastností týchto materiálov. Za prínos riešenia projektu považujeme aj vývoj nových metodík charakterizácie mikroštruktúry a mechanických vlastností krehkých materiálov s veľmi jemnou štruktúrou. V neposlednom rade sa nám podarilo posilniť medzinárodnú spoluprácu v oblasti nanomateriálov a nanotechnológii, úspešne vychovať PhD študentov v danej alebo veľmi blízkej problematike a vygenerovať nové projekty na základe riešeného APVT projektu.

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

The aim of the project is to develop and characterize  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{SiC}$  nanomaterials prepared by *in-situ* carbothermal reduction of  $\text{SiO}_2$ . This method present relatively cheap way of production of such kind of composite material. Two different processing route (hot pressing and gas pressure sintering) was successfully developed to produce these composites. Both technological processes were optimized in order to prepare materials with desired resultant properties. Hot pressed material were characterized and compared with reference material prepared from amorphous SiNC powder. Hot pressed material exhibits remarkably better room temperature and high temperature properties in the range from 1200 to  $1400^\circ\text{C}$ . This material looks suitable and less financial demanding alternation for the production of ceramic tools for machining of hard metals used in engineering and automotive industry. Gas pressure sintering material has finer microstructure in comparison to HP material and from point of view of mass production of components seems to be finally more interesting. The developed materials were characterized to offer for designers the database of their mechanical properties. We considered that the contribution of project is in the development of new technique for characterization of the microstructure and the mechanical properties of brittle materials with very fine microstructure, too. We significantly enhanced the international cooperation in the field of nanomaterials and nanotechnology and educated PhD. students in related area. New Slovak and international projects have been generated based on this APVT project.

Podpis riešiteľa: .....