

BIOGRAFIA



TAMÁS CSANÁDI

Ústav
materiálového
výskumu SAV

Číslo projektu
IM-2022-67

Dĺžka projektu
1.9.2023-31.8.2028

”

" S podporou projektu IMPULZ sa snažím pochopiť vzťah medzi štruktúrou a mechanickým správaním vysokoentropickej keramiky a vytvoriť prediktívne teoretické modely na nájdenie vysokoentropických systémov s vyššou pevnosťou alebo plasticitou (alebo oboje), ktoré presahujú súčasný stav techniky."

Dr. Csanádi pôsobí na Ústave materiálového výskumu Slovenskej akadémie vied (ÚMV- SAV) od roku 2013, kde začal svoje druhé doktorandské štúdium, ktoré ukončil v roku 2017. Počas týchto rokov sa ťažisko jeho výskumu zmenilo na výskum deformačnej anizotropie pokročilých keramických zŕn ($WC-Co$, $\beta-Si_3N_4$, ZrB_2) pri izbovej teplote. Vplyv orientácie kryštálov na ich mechanické vlastnosti bol skúmaný pomocou špičkových nano mechanických testovacích techník, vrátane nanoindentácie a mikropilierovej kompresie. Od roku 2017 sa Dr. Csanádi ako postdoktorand na Ústave materiálového výskumu SAV venuje ultra-vysokoteplotnej keramike (UHTC), ako ZrB_2 , TaC a HfC , a podieľa sa na vývoji vysokoentropickej UHTC pomocou mikro/nanomechanických charakterizačných techník. Význam a vedecký obsah vyššie uvedených výsledkov vo vývoji nových materiálov s výnimočnými mechanickými vlastnosťami sa podrobne opisuje v jeho 22 publikáciách a v niekoľkých prestížnych časopisoch. Dodnes Dr. Csanádi publikoval 59 recenzovaných vedeckých článkov s celkovo viac ako 1900 citáciami a má h-index 24 (Scopus). Výskumné skúsenosti a poznatky Dr. Csanádiho nadobudnuté počas 8 rokov vysokoškolského a doktorandského štúdia v oblasti keramiky na Univerzite Eötvös Loránd (ELTE) v Maďarsku, zohrali významnú úlohu v jeho úspešnej výskumnej kariére na Ústave materiálového výskumu SAV a v budúcnosti.

Spevnenie a plasticita vysokoentropickej keramiky na atómovej úrovni

Počas posledných desaťročí sa objavila rastúca potreba konštrukčných materiálov, ktoré možno použiť ako diely a nástroje pre rôzne kombinácie zaťaženia pri teplotách presahujúcich $2000\text{ }^\circ\text{C}$ v oxidačných atmosférach, ako sú hypersonické vozidlá a kozmické lode. K dnešnému dňu je ultra-vysokoteplotná keramika (UHTC), založená na žiaruvzdorných karbidoch, nitridoch a diboridoch skupiny IV a V prechodných kovov (napr. TaC , HfN , ZrB_2), jedinou skupinou materiálov, ktorá dokáže odolávať extrémnym prostrediam. Tieto materiály majú potenciálne využitie ako rezné nástroje, žiaruvzdorné obklady, horáky, rotory turbodúchadiel a tiež v energetických aplikáciách ako konštrukčné materiály v budúcich fúzných elektrárnach. Hoci UHTC majú množstvo vynikajúcich vlastností, sú: i) obmedzenou skupinou materiálov; ii) makroskopicky krehké; a iii) v dôsledku požiadaviek vyvíjajúcich sa technológií rastú požiadavky na ich výkon v čoraz extrémnejších prevádzkových podmienkach. Sľubným spôsobom zlepšenia výkonu UHTC je nedávny vývoj objemovej vysokoentropickej keramiky (HEC), ktorá pozostáva z nie menej ako štyroch rôznych typov kationov alebo aniónov stabilizovaných ich konfiguračnou entropiou, čím sa otvára obrovský kompozičný priestor novej keramiky. Vysokoentropické karbidy prvýkrát syntetizovala skupina výskumníkov vo Veľkej Británii, s ktorou ÚMV SAV dlhodobo spolupracuje a Dr. Csanádi v roku 2018 skúmal ich mikromechanické vlastnosti. Spolupráca odhalila, že tvrdosť a medza klzu vysokoentropických karbidov môže rásť nad rámec akýchkoľvek pravidiel zmesí pre zodpovedajúce karbidy, a toto spevnenie sa pripisuje zvýšeným Peierlsovým napätiam spôsobeným náhodnou prítomnosťou atómov rôznych typov na jadre dislokácie. Keďže HEC sú makroskopicky krehké pri izbovej teplote podobne ako UHTC, na zlepšenie ich prirodzených mechanických vlastností je dôležité pochopiť faktory, ktoré riadia ich deformovateľnosť na úrovni zŕn, ktoré možno prakticky študovať len pomocou najmodernejších mikro/nano mechanických testov, ako sú nanoindentácia a mikropilierová kompresia. Toto je oblasť expertízy Dr. Csanádiho, ktorý dosiahol významné výsledky v pochopení deformačnej anizotropie a plasticity žiaruvzdornej keramiky (WC , $\beta-Si_3N_4$), UHTC (ZrB_2) a HECs. Dr. Csanádi navrhuje vo svojom projekte MOSAIC prístup založený na nanomechanickom testovaní na analýzu vplyvu vlastností súvisiacich so zložením, ako je koncentrácia valenčných elektrónov (VEC) a deformácie mriežky, na medzu klzu a aktiváciu sklzu HEC zŕn, čo v súčasnosti chýba. Na základe jeho skúseností s analýzou karbidov je kľúčovou myšlienkou na zlepšenie plasticity/deformovateľnosti podporiť sklz na rovinách $\{111\}$ a priečny sklz prostredníctvom zvýšenia VEC, pričom kľúčovou myšlienkou na udržanie vysokej pevnosti resp. zlepšenie spočíva v zabránení pohybu dislokácie zvýšením deformácií mriežky v rámci syntetizovateľnosti. Plánuje sa to dosiahnuť multidisciplinárnym prístupom realizovaným na optimalizovanom súbore 5-kovových vysokoentropických karbidov, nitridov a karbonitridov, vrátane výberu a syntézy materiálu, nanomechanického testovania, charakterizácie, deformačnej analýzy a modelovania.



impulz



Tamás Csanádi

**Institute of
Materials Research
SAS**

**Project number
IM-2022-67**

**Project duration
1.9. 2023 - 31.8. 2028**

PUBLICATIONS

1. T. Csanádi, E. Castle, M.J. Reece, J. Dusza, Strength enhancement and slip behaviour of high-entropy carbide grains during micro-compression, *Scientific Reports* 9 (2019) 10200.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-46614-w>
2. E. Castle, T. Csanádi, S. Grasso, J. Dusza, M. Reece, Processing and properties of high-entropy ultra-high temperature carbides, *Scientific Reports*, 8 (2018) 8609.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-26827-1>
3. T. Csanádi, A. Kovalčíková, J. Dusza, W.G. Fahrenholtz, G.E. Hilmas, Slip activation controlled nanohardness anisotropy of ZrB₂ ceramic grains, *Acta Materialia* 140 (2017) 452-464.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2017.08.061>
4. T. Csanádi, M. Bl'Anda, N.Q. Chinh, P. Hvizdoš, J. Dusza, Orientation-dependent hardness and nanoindentation-induced deformation mechanisms of WC crystals, *Acta Materialia* 83 (2015) 397-407.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2014.09.048>
5. T. Csanádi, N.Q. Chinh, J. Gubicza, T.G. Langdon, Plastic behavior of fcc metals over a wide range of strain: Macroscopic and microscopic descriptions and their relationship, *Acta Materialia* 59 (2011) 2385-2391.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2010.12.034>

<https://orcid.org/0000-0002-4703-5775>



impulz