



Ústav materiálov a mechaniky strojov Slovenskej akadémie vied
Dúbravská cesta 9/6319, 845 13 Bratislava, <http://www.umms.sav.sk/>

Témy dizertačných prác

v študijnom odbore **5.2.26 Materiály**, študijný program **Progresívne materiály a materiálový dizajn**, začiatok štúdia v akademickom roku **2019/2020**

Téma 1: **Analýza procesu nitridácie hliníkových práškov v plynnom dusíku**

Školiteľ: **Ing. Martin Balog, PhD.** (martin.balog@savba.sk)

Cieľom dizertačnej práce je fundamentálny popis priebehu nitridácie Al práškov v plynnom dusíku. Doktorand bude študovať vplyv veľkosti povrchov Al práškov, vplyv obsahu Mg a Sn, vplyv teploty a času na proces tvorby AlN vrstvy, resp. kompozitnej Al-AlN vrstvy na povrchu atomizovaných Al práškov v priebehu nitridácie. Pomocou rôznych analýz bude detailne popisovať fyzikálno-chemické procesy v jednotlivých štádiách nitridácie Al pórovitých práškových vzoriek, určí kinetiku tvorby AlN vrstvy a aktivačné energie procesov. Druhá časť práce bude zameraná na prípravu Al-AlN kompozitov kváziizostatickým kovaním z nitridovaných práškových predkompaktov. Takto pripravený kompozit sa skladá z Al práškových častíc, resp. zrn, ktoré sú spevnené a stabilizované kontinuálnou sieťou AlN nanokryštálov. Výsledný kovaný Al-AlN kompozit bude doktorand komplexne charakterizovať z pohľadu mikroštruktúry a mechanických vlastností v závislosti od veľkosti Al častíc a obsahu AlN. Pre štúdium procesu nitridácie bude doktorand využívať metódy termickej analýzy (DTA, DSC, TGA, dilatometria), mikroskopické pozorovania (SEM, TEM), spektrometrické metódy (EBSD, EDS, EELS a WDS), röntgenovú difrakciu (XRD) a testovanie mechanických vlastností (skúška v ťahu, vrubová húževnatosť, DMA). Od doktoranda sa očakáva zvládnutie experimentálnych prác ako je príprava vzoriek využitím práškovo-metalurgických postupov na laboratórnej úrovni, využívanie analýz s interpretáciou výsledkov, ako aj celkové vysvetlenie chemicko-fyzikálnej podstaty procesu nitridácie Al práškov.

Téma 2: **Vplyv pasivačných TiO₂ obálok na mechanické vlastnosti Ti pripraveného práškovou metalurgiou**

Školiteľ: **Ing. Martin Balog, PhD.** (martin.balog@savba.sk)

Všeobecným cieľom práce je štúdium vplyvu povrchových oxidových (TiO₂) filmov prítomných na Ti práškoch na mechanické vlastnosti Ti materiálov pripravených z týchto práškov. Práca predpokladá detailné štúdium povrchu Ti práškov pripravených rôznymi technikami, popis povrchových oxidov a ich stabilitu pri rôznych teplotách. PhD práca ďalej zahŕňa charakterizáciu prípravy Ti kompaktoz rozličnými metódami práškovej metalurgie a detailnú charakterizáciu mikroštruktúry s dôrazom na prítomnosť disperzoidov, vznikajúcich in situ fragmentáciou povrchových TiO₂ filmov. Bude určená stabilita TiO₂ disperzoidov ako funkcia žihania pri rôznych teplotách resp. technologických parametrov použitých počas konsolidácie. V práškovo-metalurgickej komunite je prítomnosť O v štruktúre Ti vo všeobecnosti nežiaducu, keďže zásadne degraduje húževnatosť materiálu. Zároveň je obsah O veľmi ťažko redukovateľný, keďže je daný samotným povrchom práškov t.j., prítomnosťou TiO₂ filmov, ktoré sa rozpúšťajú

v štruktúre počas prípravy. Naopak, tak ako je to v prípade rôznych oxidmi stabilizovaných kovov (ODS), ak sa technologicky podarí nanometrické TiO₂ disperzoidy v štruktúre zachovať, tie môžu mať pozitívny stabilizačný efekt a spevňujúci efekt bez negatívneho dôsledku na samotnú ťažnosť. Práca si kladie za cieľ rozlíšiť efekt O prítomného vo forme tuhého roztoku a vo forme TiO₂ disperzoidov na mechanické vlastnosti. Pre charakterizáciu práškov a hutných materiálov doktorand bude používať metódy termickej analýzy (DTA, DSC, TGA), moderné metódy elektrónovej mikroskopie (SEM, HRTEM), spektrometrické metódy (EBSD, EDS, EELS a WDS), röntgenovú difrakciu (XRD) a ťahové skúšky. Doktorská práca bude podporená projektom základného výskumu a študent bude úzko spolupracovať so zahraničnou univerzitou.

Téma 3: Vývoj vysokopevných precipitačne spevnených komplexných koncentrovaných zliatin

Školiteľ: **Ing. Juraj Lapin, DrSc.** (juraj.lapin@savba.sk)

Výskum v oblasti nových konštrukčných materiálov určených pre prácu v extrémnych podmienkach, ako sú vysoké pracovné teploty, agresívne prostredie a kombinované namáhanie, sa zameriava na veľmi perspektívnu skupinu komplexných koncentrovaných zliatin (CCA). CCA by mali nahradiť v súčasnosti používané superzliatiny, čo bude vyžadovať okrem dizajnu základného chemického zloženia skúmať aj vhodné spôsoby ich vysokoteplotného spevnenia. PhD práca bude zameraná na dizajn, metalurgickú prípravu a odlievanie nových vysokopevných precipitačne spevnených CCA typu Co-Cr-Fe-Ni-Al-X, kde X je minoritný legujúci prvok. Zvýšenie vysokoteplotnej pevnosti sa dosiahne vhodným legovaním a precipitáciou intermetalických fáz v neusporiadanom tuhom roztoku CCA. Doktorand/ka sa bude podieľať na príprave CCA pomocou indukčného tavenia a gravitačného odlievania. Navrhne legovanie základného systému vhodnými minoritnými prísadami a bude skúmať vplyv zvolených prísad na procesy substitučného/precipitačného spevnenia. Pomocou svetelnej mikroskopie, riadkovej elektrónovej mikroskopie, transmisnej elektrónovej mikroskopie, energiovo-disperznej spektroskopie, vlnovo disperznej spektroskopie a röntgenovej difrakčnej analýzy bude charakterizovať mikroštruktúru a fázové zloženie pripravených zliatin. Bude skúmať mechanické vlastnosti vyvíjaných zliatin pomocou skúšok v ťahu, tlaku, creepu a meraním tvrdosti. Od uchádzača/ky sa vyžaduje experimentálna zručnosť, poznatky z náuky o materiáloch, základné poznatky o fázových diagramoch, základné znalosti experimentálnych metód hodnotenia štruktúry, mechanického skúšania materiálov ako aj ovládanie anglického jazyka.

Téma 4: Viacprvkové diboridové vrstvy pre vysokoteplotné aplikácie

Školiteľ: **doc. Ing. Marián Mikula, PhD.** (marian.pin@savba.sk)

Navrhovaná dizertačná téma sa zaoberá experimentálnym vývojom principiálne nových tvrdých multikomponentných vrstiev na báze boridov so stabilnou štruktúrou a výbornými mechanickými vlastnosťami až do teplôt približujúcich sa 1500°C a nanášaných najnovšími metódami vysokoionizovaného magnetronového naprašovania. Hlavnou myšlienkou je vývoj tvrdých vysokoteplotných viackomponentných nanokompozitných vrstiev vychádzajúcich zo systémov TiB₂, CrB₂, TaB₂ a pod. legovaním dodatočnými prvkami prechodových kovov s vysokou teplotou topenia (Zr, Hf, Ta, Nb, V, Mo, W, Y a pod.). Hlavným cieľom práce je zvýšenie teplotnej stability štruktúry a degradácie mechanických vlastností týchto vrstiev výrazne nad 1000°C prostredníctvom pochopenie mechanizmov formovania nanoštruktúr a dekompozície tuhých roztokov pripravených novými depozičnými technológiami. Okrem merania mechanických vlastností vrstiev nanoindentačnými a tribologickými technikami budú skúmané ich ďalšie dôležité vlastnosti súvisiace s mechanickým správaním sa vrstiev

použitím viacerých analytických metód: teplotná stabilita vytvorených nanoštruktúr, ich dekompozičné mechanizmy, oxidačná odolnosť, kinetika oxidácie, atď. pomocou skenovacieho elektrónového mikroskopu (SEM), vlnovo-disperzívnej röntgenovej spektroskopie (WDS), röntgenovej fotoelektrónovej spektroskopie (XPS), röntgenovej difrakčnej analýzy (XRD), transmisnej elektrónovej mikroskopie (TEM) a ďalších.