



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 **2018/2019**

Téma 1: **Kompozity na báze hliníka pripravené odlievaním práškov**

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

Dizertačná práca bude zameraná na prípravu a štúdium kompozitných materiálov na báze hliníka (Al) vyrobených úplne novou technológiou nízkotlakového liatia práškových kompozitných zmesí do komplexných odliatkov. Výsledkom tohto procesu má byť jemnozrnný Al (A1050, AlSi, A6061, A5083) kompozitný materiál spevnený keramickými časticami, alebo vláknami (Al_2O_3 , SiC) stabilizovaný sieťou tvorenou nanometrickými Al_2O_3 časticami, čím sa garantujú výhodné mechanické vlastnosti (najmä pri vysokých pracovných teplotách) a stabilita kompozitu. Bude sa systematicky študovať a popisovať vplyv technologických parametrov (teplota, tlak, atmosféra), ktoré zásadne ovplyvňujú zliavateľnosť, mikroštruktúru a vlastnosti týchto kompozitov. Mikroštruktúrne pozorovania (SEM, EBSD, HRTEM) sa budú sústrediť na Al oxidy, ich morfológiu a kryštalinitu, rast štruktúrneho zrna a reakcie na rozhraní matrica/spevňujúca fáza. Práca predpokladá zvládnutie experimentov, modifikácia experimentálnych zariadení, prípravy vzoriek a ich komplexnú charakterizáciu. Doktorand detailne popíše technológiu prípravy vzoriek, ich mikroštruktúru a dosiahnuté mechanické a fyzikálne vlastnosti. Téma dizertačnej práce je v súlade projektom VEGA 2/0114/18.

Téma 2: **Využitie metodiky SPT (small punch testing) na hodnotenie mechanických vlastností a creepovej odolnosti ultra-jemnozrnných Al materiálov pripravených práškovou metalurgiou**

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

Cieľom práce je hodnotenie mechanických vlastností a creepovej odolnosti ultra-jemnozrnných Al materiálov (in-situ Al- Al_2O_3 kompozity - HITEMAL®) pripravených práškovou metalurgiou (PM) pomocou novej metodiky SPT (small punch testing). Na základe výsledkov dosiahnutých zo SPT testov a výsledkov mikroštruktúrnej charakterizácie (napr. SEM, TEM, EBSD,...) bude stanovený vplyv distribúcie, morfológie a množstva nano Al_2O_3 zložky na mechanické správanie HITEMAL® materiálov pripravených rôznymi PM postupmi a z Al práškov rôznej veľkosti častíc. Parametre SPT (teplota, rýchlosť zaťažovania a sila) sa budú vypočítavať a nastavovať na základe statickej skúšky v ťahu. Práca predpokladá zvládnutie metodiky SPT, vrátane prípravy vzoriek Al kompozitov a vzoriek pre SPT, analýzu dosiahnutých výsledkov a mikroštruktúrnu charakterizáciu. Doktorand komplexne porovná dosiahnuté SPT výsledky so štandardnými skúškami, overí vhodnosť a podmienky použitia SPT na hodnotenie creepovej odolnosti ultra-jemnozrnných Al materiálov. Cieľom práce bude teda aj vytvorenie ucelenej kompetencie na ÚMMS SAV v testovaní rôznych kovových materiálov pomocou SPT.

Téma 3: Kompozitné panely so skeletom z penového hliníka na uskladňovanie tepla

Školiteľ: **Dr. Ing. Jaroslav Jerz** (jaroslav.jerz@savba.sk)

Cieľom práce je navrhnuť, pripraviť a experimentálne overiť fyzikálne vlastnosti panelov z kompozitných materiálov, ktorých skelet je tvorený penovým hliníkom vyrobeným práškovou metalurgiou, určených na krátkodobé uskladňovanie tepla získaného zo solárnych kolektorov v interiéroch budov. Využitie naakumulovaného tepla v zimnom období v čase po západe slnka, ako aj možnosť uloženia nežiaduceho tepla naakumulovaného počas horúcich letných dní a jeho postupné odvedenie do okolia budovy cez noc umožňuje významne znížiť náklady na udržiavanie dobrého tepelného komfortu v interiéri. Teplo sa bude uskladňovať vo forme latentného tepla fázovej premeny pri roztápaní jednej zložky kompozitného panelu a naopak uvoľňovať pri jej tuhnutí. Druhú zložku kompozitného panelu bude tvoriť penový hliník, ktorý bude slúžiť ako nosný skelet pre materiál s fázovou premenou a súčasne ako prostriedok pre transfer tepla medzi týmto materiálom a nosným skeletom. Cieľom práce bude navrhnuť optimálnu kombináciu materiálov vhodných na tento účel a štruktúry penového hliníka, pričom nosný skelet by mal mať čo najvyššiu tepelnú vodivosť. Materiál s fázovou premenou musí mať veľké skupenské teplo tuhnutia resp. topenia a malú objemovú zmenu pri zmene skupenstva. Obidve zložky kompozitu nesmú vzájomne chemicky reagovať pri pracovných teplotách, musia byť netoxické, korózne odolné a nehorľavé. Kompozity sa budú pripravovať infiltráciou roztopenej zložky do nosného pórovitého skeletu z penového hliníka. Pri hodnotení vlastností budú využívané najmodernejšie postupy termickej analýzy, dilatometrie a korózných skúšok. Výsledky práce budú publikované v prestížnych vedeckých časopisoch a v spolupráci s domácimi a zahraničnými priemyselnými partnermi aplikované pri uskladňovaní tepla v interiéroch budúcich budov s takmer nulovou spotrebou energie.

Téma 4: Kovové kompozity s vysokým obsahom uhlíka: štúdium rozhrania

Školiteľ: **Dr. Ing. Jaroslav Kováčik** (jaroslav.kovacik@savba.sk)

Cieľom diplomovej práce je študovať rozhranie medzi zložkami kompozitného materiálu z kovovej matrice vystuženej uhlíkovými vláknami alebo diamantovými časticami. Rozhranie je najdôležitejšou fázou kompozitných materiálov, ktoré sa používajú pri konštrukčných aplikáciách v kozmických sondách (napr. horčík vystužený uhlíkovými vláknami), ako aj pri funkčných aplikáciách pri ochladzovaní elektronických súčiastok (diamantový prášok spojený so striebrom, meďou alebo hliníkom). V prvom prípade je potrebné prenášať silu z kovovej matrice na vlákna a naopak. Na to, aby bol tento prenos účinný, toto rozhranie musí byť robustné a stabilné v rozsahu pracovných teplôt a počas mechanického cyklovania.

Pre funkčné kompozitné materiály s diamantom a kovovou maticou musí rozhranie medzi komponentmi poskytovať nielen prenos sily, ale musí tiež poskytovať definované funkčné fyzikálne vlastnosti, ako napríklad vysokú tepelnú vodivosť, ktorá je vyššia ako u medi a nízky koeficient tepelnej rozťažnosti na úrovni koeficientu tepelnej rozťažnosti kremíka alebo GaAs používaných na výrobu elektronických čipov.

MMC kompozity sa pripravujú metódou infiltrácie tekutého kovu do poréznych vzoriek uhlíkových vlákien a diamantu. Budú sa meniť technologické parametre výrobného procesu, najmä teplota a doba infiltrácie. Aj chemické zloženie kovovej matrice sa zmení pridaním rôznych prvkov vo veľmi malých množstvách v závislosti od typu reakcie a tvorby karbidu na rozhraní. Bude sa skúmať štruktúra a zloženie rozhrania elektrónovou a transmisnou elektrónovou mikroskopiou. Ďalej sa bude merať a vyhodnocovať účinok vytvoreného rozhrania na mechanické a termofyzikálne vlastnosti kompozitu.

Téma 5: Teplotná rozťažnosť dlhovláknových kompozitov na báze horčíkových zliatin

Školiteľ: **Mgr. Stanislav Kúdela, PhD.** (stanislav.kudela-ml@savba.sk)

Štúdium teplotnej rozťažnosti kompozitov zložených z dlhých uhlíkových vlákien rôznych typov (T300, GRANOC, K1100) a horčíkových zliatin obsahujúcich karbidotvorný prvok (Li, Si, Y, Zr, Al). Kompozitné materiály budú pripravené metódou tlakovej infiltrácie (cyklus vákuum – roztavenie kovu – aplikácia tlaku inertného plynu). Skúmaná bude interakcia vlákno – matrica a jej vplyv na teplotnú rozťažnosť kompozitov v pozdĺžnom aj priečnom smere, v závislosti od koncentrácie prímiesného prvku, infiltračných parametrov, typu vlákien, ich objemového podielu a priestorového usporiadania.

Téma 6: Zliatiny s vysokou entropiou pre jadrovú energetiku

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

Extrémne prevádzkové podmienky vysokoteplotných jadrových reaktorov novej generácie chladených héliom si vyžadujú vývoj nových materiálov s unikátnymi vlastnosťami. Veľmi perspektívnymi novými materiálmi pre jadrovú energetiku sa javia nové a doteraz málo preskúmané zliatiny vyznačujúce sa vysokou entropiou (HEA). Aj keď informácie o radiačnej odolnosti týchto materiálov sú zatiaľ veľmi obmedzené, prvé publikované výsledky sú veľmi sľubné. HEAsa na rozdiel od klasických zliatin vyznačujú „samoliečením“ v priebehu ožarovania. PhD práca bude zameraná na dizajn, prípravu a charakterizovanie mikroštruktúry a mechanických vlastností nových HEA.

Doktorand/ka sa bude podieľať na príprave HEA typu Fe-Ni-Mn-Cr-X, kde X je piaty hlavný legujúci prvok, pomocou indukčného tavenia a gravitačného odlievania. Pomocou svetelnej mikroskopie, riadkovej elektrónovej mikroskopie, energiovo-disperznej spektroskopie, vlnovo disperznej spektroskopie a röntgenovej difrakčnej analýzy bude charakterizovať mikroštruktúru a fázové zloženie pripravených materiálov. Bude skúmať základné mechanické vlastnosti skúmaných materiálov pomocou skúšok v ťahu, tlaku 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 materiálov, mechanického skúšania ako aj ovládanie anglického jazyka.

Téma 7: Komplexné koncentrované zliatiny pre vysokoteplotné konštrukčné aplikácie

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 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 8: Komplexné koncentrované zliatiny pripravené usmernou kryštalizáciou

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

Energetický priemysel a doprava neustále zvyšujú svoje požiadavky na konštrukčné materiály určené pre prácu v extrémnych podmienkach a požadujú nové systémy, ktoré by mohli svojimi vlastnosťami konkurovať alebo prekonať doteraz používané klasické zliatiny. Komplexné koncentrované zliatiny (CCAs) môžeme považovať za veľmi dynamicky sa rozvíjajúcu a perspektívnu skupinu materiálov pre vysokoteplotné konštrukčné aplikácie, ktoré si vyžadujú intenzívny základný výskum zameraný na objasnenie mechanizmov spevňovania pri vysokých teplotách. Z pohľadu chemického zloženia sa nachádzajú v centrálnych oblastiach fázových diagramov a okrem neusporiadaného tuhého roztoku obsahujú viac koexistujúcich fáz (tuhé roztoky, intermetalické fázy, karbidy a pod.), ktoré slúžia na spevnenie tuhého roztoku alebo hraníc zrn. PhD práca bude zameraná na CCAs pripravené usmernou kryštalizáciou, ktorých kolumnárna alebo monokryštalická štruktúra bude spevnená precipitátmi intermetalických fáz.

Doktorand/ka sa bude podieľať na príprave CCAs typu CoCrFeNi legovaných Al, Ti, Nb a Zr, ktoré budú spevnené intermetalickými precipitátmi. Zliatiny budú pripravené vákuovým indukčným tavením a následne budú usmernene kryštalizované v zariadení Brigmanovho typu. 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. 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 9: Nové in-situ kompozity s intermetalickou maticou na báze TiAl pripravené odlievaním

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

Automobilový, letecký a energetický priemysel požaduje ľahké vysokoteplotné konštrukčné materiály, ktoré by mohli nahradiť v súčasnosti používané superzliatiny. Jeden z faktorov, ktorý obmedzuje širšie použitie intermetalických zliatin na báze TiAl je ich nízka pevnosť pri vysokých teplotách (nad 800 °C). In-situ kompozity s intermetalickou maticou môžu výrazne zlepšiť tento deficit vhodnou kombináciou vlastností intermetalickej matrice a primárnej spevňujúcej fázy. Ďalšie spevnenie kompozitov je možné dosiahnuť spevnením jemnými sekundárnymi precipitátmi optimálnou mikroštruktúrou intermetalickej matrice v priebehu tepelného spracovania. Nové in-situ kompozity budú určené na výrobu komponentov predovšetkým technológiou presného odlievania, čím sa výrazne zníži ich cena a urýchli sa ich zavedenie do praxe. PhD práca bude zameraná na dizajn a metalurgickú prípravu nových odlievaných in-situ kompozitov s intermetalickou maticou na báze TiAl spevnenou časticami MAX fázy.

Doktorand/ka sa bude podieľať na dizajne nových in-situ kompozitov s intermetalickou maticou na báze TiAl, ich metalurgickej príprave a odstredivom odlievaní komponentov jednoduchého tvaru. 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. 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 10: Mikroštruktúra a mechanické vlastnosti in-situ kompozitov s maticou TiAl spevnenou karbidickými časticami

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

In-situ kompozity s intermetalickou maticou na báze TiAl spevnené primárnymi a sekundárnymi karbidickými časticami sú vyvíjané pre vysokoteplotné konštrukčné aplikácie v automobilovom a energetickom priemysle. V súčasnosti existuje len veľmi málo poznatkov o mikroštruktúrnej stabilite a mechanických vlastnostiach týchto nových kompozitných materiálov. Existujú protichodné informácie o vplyve objemového podielu spevňujúcich častíc na vlastnosti v tlaku a lomovú húževnatosť. Nebol objasnený mechanizmus creepu a creepového poškodenia týchto materiálov a nie je známa ani mikroštruktúrna stabilita v priebehu vysokoteplotného zaťažovania. PhD práca bude preto zameraná na získanie nových poznatkov mikroštruktúrnej stabilite nových in-situ kompozitov s intermetalickou maticou na báze TiAl spevnených karbidickými časticami, ktoré budú pripravené technológiou presného odlievania. PhD práca bude zameraná na získanie nových poznatkov o mikroštruktúrnej stabilite a mechanických vlastnostiach nových odlievaných in-situ kompozitov s intermetalickou maticou spevnenou karbidickými časticami.

Doktorand/ka sa bude podieľať na príprave zliatin vákuovým odlievaním a príprave in-situ kompozitov pre mechanické skúšky metódou odstredivého odlievania a tepelného spracovania. 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 vzoriek pred mechanickými skúškami. Mechanické skúšky v ťahu, tlaku, lomovej húževnatosti a creepové skúšky bude realizovať na špeciálnych skúšobných zariadeniach. 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, numerického modelovania ako aj ovládanie anglického jazyka.

Téma 11: Štúdium výroby spevňujúcej fázy na báze uhlíka z organického odpadu a možnosti ich využitia v inžinierskych aplikáciách

Školiteľ: **Ing. Martin Nosko, PhD.** (martin.nosko@savba.sk)

Dizertačná práca je zameraná na štúdium možností výroby spevňujúcej fázy na báze uhlíka z organických odpadov s vylepšenými funkčnými vlastnosťami a s využitím v inžinierskych aplikáciách. Hlavná myšlienka práce súvisí s „upcykláciou“ odpadu z textilného alebo potravinárskeho priemyslu. Odpad bude použitý na výrobu uhlíkových materiálov resp. predforiem s následným využitím pri výrobe kompozitných materiálov s kovovou maticou (MMC). Cieľom je zlepšiť mechanické alebo fyzikálne vlastnosti MMC, ktoré budú determinované vlastnosťami uhlíkovej predformy. Hlavný cieľ práce je rozdelený na čiastkové ciele, ktorými sú:

1. Štúdium výroby uhlíka s ohľadom na potenciálne využiteľný zdroj organického odpadu.
 - Overenie možnej výroby uhlíka z prekursorov prítomných v organickom odpade.
 - Charakterizácia chemických, fyzikálnych a mechanických vlastností.
2. Výroba kompozitných materiálov s kovovou maticou s využitím „upcyklovanej“ uhlíkovej predformy (UCP)..
 - Validácia konvenčných technológií na výrobu MMC s využitím UCP, napr. infiltračné technológie, priame vytlačanie, spekanie v kombinácii s povrchovou úpravou.
3. Komplexné mikroštruktúrne štúdium a charakterizácia fyzikálnych a mechanických vlastností MMC s UCP.

Počas štúdia získa študent teoretické a praktické poznatky v oblasti výroby a spracovania materiálov rôznymi technológiami (vrátane stabilizácie a karbonizácie vstupného materiálu, infiltračných technológií, priameho vytlačania, spekania v kombinácii s povrchovou úpravou). Po skončení štúdia bude absolvent expertom v mikroštruktúrnej charakterizácii pomocou skenovacej elektrónovej mikroskopie a transmisnej mikroskopie, čo zahŕňa aj techniky prípravy vzoriek. Okrem toho študent získa znalosti v oblasti charakterizácie fyzikálnych a mechanických vlastností kompozitných materiálov s kovovou maticou. Získané vedomosti bude môcť ďalej využívať vo vede alebo v súkromných spoločnostiach zameraných na výrobu, charakterizáciu a vývoj nových materiálov pre inovatívne aplikácie. Študent bude v prípade záujmu podporený k získaniu štipendia na pracovisku v zahraničí, pre získanie skúsenosti s prácou v medzinárodnom tíme.

Téma 12: Štúdium vplyvu horčíkových práškov na vlastnosti biodegradovateľných materiálov pripravených práškovou metalurgiou

Školiteľ: **Ing. Martin Nosko, PhD.** (martin.nosko@savba.sk)

Práca je zameraná na štúdium vplyvu horčíkových práškov na vlastnosti biodegradovateľných materiálov pripravených práškovou metalurgiou. Sledovať sa bude vplyv čistých a povrchovo upravených Mg práškov rôznych zrnitostí na mikroštruktúru, mechanické a korózne vlastností (in vitro) biodegradovateľných materiálov. Cieľom práce je nájsť pomocou vhodnej povrchovej úpravy práškov pred procesom lisovania efektívny spôsob regulácie rýchlosti rozpúšťania biodegradovateľného materiálu v organizme a získať tak nový konštrukčný materiál vhodný pre použitie v širokom rozsahu medicínskych aplikácií.

Práca pozostáva zo štyroch hlavných častí:

1. Štúdium možnosti povrchovej úpravy Mg práškov (napr. oxidovaním, nitridovaním), resp. kombináciou legujúcich prvkov alebo prísad a samotnej prípravy materiálov lisovaním do kompakto.
2. Charakterizácia mikroštruktúry materiálov pomocou svetelnej, rastrovacej a transmisnej mikroskopie v závislosti od povrchovej úpravy Mg práškov.
3. Mechanické a korózne testovanie pripravených materiálov.
4. Komplexné posúdenie vplyvu povrchovej úpravy Mg práškov na mikroštruktúru, mechanické vlastnosti a koróznou odolnosť – návrh biodegradovateľného materiálu vhodného pre medicínske účely.

Počas štúdia získa študent teoretické a praktické poznatky v oblasti povrchovej úpravy a výroby biodegradovateľných materiálov na báze Mg rôznymi technológiami (napr. oxidovaním, nitridovaním), resp. kombináciou legujúcich prvkov alebo prísad. Po

skončení štúdia bude absolvent odborníkom v mikroštruktúrnej charakterizácii materiálov pomocou rastrovacej elektrónovej mikroskopie vrátane techník prípravy vzoriek. Okrem toho študent získa znalosti v oblasti charakterizácie mechanických vlastností a korózneho testovania materiálov v in vitro podmienkach. Získané vedomosti bude môcť ďalej využívať vo vede alebo v súkromnom sektore zameranom na výrobu, charakterizáciu a vývoj inovatívnych materiálov. Študent bude v prípade záujmu podporený k získaniu štipendia na pracovisku v zahraničí, pre získanie skúsenosti s prácou v medzinárodnom tíme.

Téma 13: **Vývoj PM súčiastok s vyššou hustotou pre „high-performance“ aplikácie v automobilovom priemysle**

Školiteľ: **Ing. Martin Nosko, PhD.** (martin.nosko@savba.sk)

Cieľom dizertačnej práce je štúdium možností zvýšenia hustoty PM súčiastok na báze Fe (> 7,1 g/cm³) modifikáciou chemického zloženia v kombinácii s návrhom vhodných parametrov výroby súčiastok (napr. použitím vyšších tlakov a teploty v kombinácii s použitím vhodnej metódy spekania výlisku). Avšak, technológia výroby musí byť navrhnutá s ohľadom na kvalitu lisovacieho nástroja, pretože súčiastky vyrobené PM metódou používané v automobilovom priemysle majú vysokú tvrdosť. Práca je rozdelená do štyroch častí:

1. Štúdium vplyvu chemického zloženia práškov v závislosti od použitých tlakov a teplôt lisovania na konečnú hustotu výlisku.
2. Zistenie vplyvu podmienok spekania na hustotu výlisku v závislosti od chemického zloženia práškov.
3. Mikroštruktúrna analýza a testovanie mechanických vlastností výliskov.
4. Simulácia tepelno-mechanického zaťaženia a návrh materiálu lisovacieho nástroja s ohľadom na zvýšenú záťaž pri lisovaní súčiastok na vyššie hustoty.

Počas štúdia získa študent teoretické a praktické poznatky v oblasti práškovej metalurgie vrátane spekania, FEM simulácii, mechanického a termo-mechanického testovania materiálov. Mikroštruktúrna analýza bude použitá pre komplexné preštudovanie vplyvu výrobných parametrov na mechanické vlastnosti. Absolvent preto počas štúdia získa cenné znalosti v oblasti mikroskopie (v kombinácii s chemickou analýzou) vrátane techniky prípravy vzoriek. Získané vedomosti bude môcť ďalej využívať vo vede alebo v súkromných spoločnostiach zameraných na výrobu, charakterizáciu a vývoj nových materiálov nielen v automobilovom priemysle. Študent bude podporený k získaniu štipendia na pracovisku v zahraničí, pre získanie skúsenosti s prácou v medzinárodnom tíme.