



FAKULTA ústav
STROJNÍHO materiálových věd
INŽENÝRSTVÍ a inženýrství



Témata pro doktorské studium

D-MAT-P Materiálové vědy

2026/27



Modifikace Al slitin náchylných na tvorbu trhlin za horka

Školitel: prof. Ing. Libor Pantělejev, Ph.D.

Školitel specialista: Ing. Josef Zapletal, Ph.D., Ing. Jakub Judas, Ph.D.

Pracoviště: ÚMVI

Použití 3D tisku nebo obecněji aditivní výroby (AM) namísto klasických technologií představuje zcela odlišný způsob výroby, kdy dochází k redukci potřebných výrobních kroků a obvykle i k minimalizaci odpadu z procesu výroby. Pro vytvoření žádaného dílce daného konstrukčního uspořádání je nutné vzít v úvahu multidisciplinaritu aditivní výroby, kdy je nutné kombinovat znalosti z různých oblastí vč. materiálového inženýrství tak, aby vyráběná konstrukce byla vyrobitelná s požadovanými materiálovými vlastnostmi zajišťujícími danou funkci. Jednou z nejrozšířenějších skupin materiálů zpracovávaných technologií LPBF (Laser Powder Bed Fusion) jsou Al slitiny.

Vypisované téma doktorského studia cílí na specifickou skupinu Al-slitin, konkrétně systém Al-Cu, kdy hlavním cílem je pomocí technologie LPBF připravit modifikovanou slitinu systému Al-Cu se zvýšenou odolností vůči tvorbě trhlin za horka, vhodnou pro výrobu dynamicky zatěžovaných součástí. V rámci doktorské práce budou hodnoceny vlastnosti připravené slitiny nejen z pohledu základních mechanických vlastností, ale zejména vlastností únavových s důrazem na roli intermediárních fází (typicky Ti_3Al apod.) a substruktury vzniklé při procesu LPBF v procesu iniciace únavových trhlin.



Multimateriálové struktury pro biomedicínské aplikace připravené 3D tiskem

Školitel: doc. Ing. Klára Částková, Ph.D.

Školitel specialista: Ing. Přemysl Šťastný, Ph.D.

Pracoviště: ÚMVI

Multimateriálová aditivní výroba je v současné době významnou oblastí výzkumu keramických a kompozitních materiálů pro biomedicínské aplikace. Vícemateriálový soubitisk umožňuje vytvářet komplexní, funkčně diferencované struktury napodobující přirozené biologické struktury, které podporují regeneraci organismu a mohou tak být významným přínosem v oblasti personalizované medicíny.

Cílem doktorské práce bude studium soubitisku biokeramických materiálů pomocí Digital Light Processing (DLP) 3D tisku, které bude zahrnovat nejen optimalizaci keramických suspenzí pro tisk a parametrů procesu tisku a tepelného zpracování tiskových struktur, ale také studium chemické/fyzikální kompatibility materiálů, jejich stability a integrity nebo řízení porozity a mikrostruktury. Významný bude popis bioaktivity a mechanických charakteristik připravených struktur, které budou designovány pro specifické aplikace v oblasti inženýrství kostních tkání s důrazem na optimální propojení bioaktivních materiálů s materiály mechanicky odolnými.



Vícekomponentní kovové nanokompozity připravené samouspořádacími procesy

Školitel: prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc.

Školitel specialista: doc. Ing. Vít Jan, Ph.D.

Pracoviště: ÚMVI

Projekt doktorské disertační práce si klade za cíl využít a zkoumat procesy samouspořádávání v pevném stavu vybraných binárních nebo vícesložkových systémů za účelem ovlivnění nanostruktury a výsledných vlastností. Jak ukázaly předběžné experimenty, tyto procesy umožňují tvorbu, v některých případech i hierarchických, nanokompozitů s velikostí částic až 100 nm a různými morfologiemi v nemísitelném binárním systému Cu-Fe a dalších systémech s podobným chováním. Klíčové parametry pro tyto procesy samouspořádávání, jako jsou parametry předběžného zpracování, tepelného a termomechanického zpracování, jakož i vliv mikrolegování, budou na zmíněných systémech postupně zkoumány. Na základě těchto poznatků budou průběžně hledány a zkoumány další kovové binární a/nebo vícesložkové systémy s důrazem na ovlivnění parametrů nanostruktury a dále na zlepšení vlastností zaměřených na pevnost, tažnost a odolnost proti lomu.

U doktoranda se předpokládá osvojení a aktivní užívání software pro termodynamická modelování rovnováh, popisy termodynamických podmínek a kinetiky fazových přeměn včetně spinodálního rozpadu, strukturně analytické práce a postupy práškové metalurgie. Výhodou bude rovněž znalost mechanismů plastické deformace a orientace v základních mechanických vlastnostech.



Strojově učené meziatomové potenciály pro studium defektů krystalické mřížky

Školitel: Ing. Martin Zelený, Ph.D.

Pracoviště: ÚMVI

Algoritmy strojového učení zažívají v současné době velký rozvoj a nachází své uplatnění i v materiálových vědách. S jejich využitím je možné získat informace o meziatomových interakcích, které lze následně využít k počítačovým simulacím rozlehlých systémů a předpovídat jejich vlastnosti na reálných provozních teplotách bez nutnosti experimentální přípravy.

Vlastnosti materiálů jsou silně ovlivněny poruchami krystalové mřížky jako jsou atomy nečistot, hranice zrn nebo hranice dvojčatění. Proto je třeba vyvinout takové postupy pro trénování strojově učených potenciálů, které budou schopny zahrnout i vliv takovýchto defektů.



Precipitační inženýrství ve vícesložkových hliníkových slitinách: Manipulace mikrostruktury k řízeným mechanickým vlastnostem

Školitel: Ing. Michal Jambor, Ph.D.

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Školitel specialista: Ing. Simona Hutařová, Ph.D.

Disertační práce si klade za cíl zkoumat možnosti manipulace mikrostruktury z hlediska zpevňujících precipitátů a struktury hliníkové matrice ve vícesložkových hliníkových slitinách, aby se dosáhlo širokého spektra mechanických vlastností v rámci jednoho slitinového systému.

Nejprve budou systematicky vyhodnoceny kandidátské slitinové systémy s důrazem na koexistenci více konkurenčních precipitujících fází a jejich reakci na různá tepelná zpracování.

Následně budou slitinové systémy vykazující největší potenciál pro manipulaci s tvorbou precipitátů vybrány pro systematickou charakterizaci precipitačních sekvencí, povahy jednotlivých zpevňujících fází a jejich vlivu na mechanické chování



Návrh a optimalizace vlastností slitin pro ukládání vodíku

Školitel: Ing. Lubomír Král, Ph.D.

Školitel specialista: doc. Ing. Vít Jan, Ph.D.

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Pro efektivní ukládání vodíku za teplot blízkých pokojové teplotě je velmi podstatný správný návrh struktury a chemického složení slitin vhodných pro ukládání vodíku.

Práce bude zaměřena na sledování vlivu zásadních parametrů využitelných pro návrh slitin a jejich vliv na výslednou strukturu a vlastnosti pro ukládání vodíku. Bude studován vliv jak termodynamiku, tak i kinetiku sorpce vodíku v daných slitinách.



Creep feritických slitin zpevněných oxidickou disperzí při velmi nízkých rychlostech deformace

Školitel: Ing. Petr Dymáček, Ph.D.

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Školitel specialista: prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc., RNDr. Jiří Svoboda, CSc., DSc.

Slitiny zpevněné disperzí oxidů (ODS) jsou creepově velmi odolné, protože dislokace jsou pod prahovým napětím blokovány disperzí nanooxidů. Cílem práce je potvrdit či vyvrátit hypotézu, že creep při velmi malých rychlostech deformace je řízen tažením nanooxidů dislokacemi nalepenými na jejich povrchy a případně tepelně aktivovanému odtrhávání dislokací od částic. Pro tuto hypotézu bude aplikován termodynamický model vyvinutý Dr. Jiřím Svobodou, který poskytne predikci základních parametrů creepového chování ODS slitiny. Nová slitina (nanokompozit) FeAlOY s vysokým objemovým podílem nanodisperze Y_2O_3 vyvinutá na ÚFM bude zkoumána v rozsahu teplot 800 až 1100 °C konvenčními creepovými zkouškami v tahu a zkouškami v krutu. Jelikož jsou experimenty časově náročné, bude pro urychlení získání výsledků využita i metoda postupného přitěžování/odlehčování. Parametry creepových zkoušek jako napěťový exponent a aktivační energie creepu, či závislost rychlosti creepu na velikosti nanodisperze a hustotě dislokací umožní potvrdit/vyvrátit hypotézu.

V případě dostupnosti v rámci dlouhodobé spolupráce s partnery z MCL Leoben v Rakousku bude zkoumána i laserem (SLM) tištěná verze slitiny FeAlOY z hlediska mikrostruktury a creepového chování. Práce na tématu bude spočívat především v elektronové mikroskopii, provádění a vyhodnocování experimentů a bude probíhat zejména na Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v.v.i., kde je k dispozici všechno potřebné vybavení. Lze domluvit i stáže v MCL Leoben.



Vysokoteplotní degradační mechanismy vysoko-entropické slitiny zpevněné oxidickou disperzí vyrobené aditivní technologií

Školitel: Ing. Ivo Kuběna, Ph.D.

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Školitel specialista: prof. Ing. Libor Pantělejev, Ph.D.; Ing. Milan Heczko, Ph.D.

Doktorské studium bude zaměřeno na výzkum vysokoteplotních degradačních mechanismů a mechanických vlastností nové třídy materiálů – vysoko-entropických slitin zpevněných oxidickou disperzí (ODS-HEA) připravených metodou aditivní výroby (L-PBF). Tyto materiály jsou známé svou výjimečnou vysokoteplotní odolností, která z nich činí perspektivní kandidáty pro aplikace v extrémních podmínkách.

Cílem studia je systematická charakterizace chování materiálů na bázi CrCoNi a FeCrCoNi při podmínkách monotónního zatížení, creepu a nízkocyklové únavy v teplotním rozsahu 800–1000 °C. Získané experimentální výsledky budou korelovány s víceškálovou mikrostrukturní charakterizací pomocí metod elektronové mikroskopie (SEM, EBSD, STEM), čímž budou identifikovány klíčové degradační mechanismy ovlivňující výkonnost materiálu. Výsledky studia přispějí k rozvoji nových materiálů pro aplikace v energetice a leteckém průmyslu, kde zvýšení provozních teplot přímo vede ke snížení emisí CO₂ a zlepšení energetické účinnosti.



Vývoj mikrostruktury austenitických ocelí vystavených cyklickému zatížení pomocí korelační elektronové mikroskopie

Školitel: Ing. Miroslav Šmíd, Ph.D.

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Školitel specialista: prof. Ing. Libor Pantělejev, Ph.D.

Dizertační práce se zaměří na podrobnou analýzu vývoje dislokační substruktury austenitických ocelí vlivem cyklického zatěžování v relaci k naměřenému cyklickému chování.

Analýza bude provedena pomocí kombinace technik skenovací elektronové mikroskopie (SEM), konkrétně digitální obrazové korelace (DIC), snímkování pomocí elektronového kanálovacího kontrastu (ECCI) a difrakce zpětně odražených elektronů (EBSD). Kombinace těchto data povede k účinné korelativní technice v objemových zkušebním tělese, která umožní provádět podrobné analýzy dislokací a jejich interakcí na srovnatelné úrovni jako transmisní elektronová mikroskopie, ale bez praktických a fyzikálních omezení této techniky.