

Témata pro doktorské studium

D-MAT-P Materiálové vědy

2025/26



Cyklická plasticita slitiny Al-Cu zpracované technologií SLM

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

Školitel specialista: doc. Ing. Daniel Koutný, Ph.D.

Možnost stipendia: ano

Pracoviště: ÚMVI

Slitiny na bázi Al-Cu jsou hojně využívány zejména v automobilním průmyslu. Mimo využití standardních technologií přípravy (odlévání či tváření) dochází k širšímu zapojování technologií aditivních zejména technologie SLM (Selective Laser Melting). Materiály na bázi Al-Cu jsou technologií SLM obtížně zpracovatelné, nicméně modifikací slitiny lze docílit snížení náchylnosti k tvorbě trhlin za horka, a dosažení homogenní struktury ekviaxiálních zrn.

Hlavní náplní disertační práce bude studium cyklického plastického chování a procesu iniciace únavových trhlin takto připravené slitiny.

Mechanické vlastnosti a zpevňující mechanismy v komplexních slitinách

Školitel: prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc.

Možnost stipendia: ano
Pracoviště: ÚMVI

Komplexní slitiny obsahující prvky v ekvimolárních poměrech představují perspektivní skupinu pokročilých materiálů s mimořádně dobrou kombinací pevnosti a tažnosti, s potenciálem pro zvýšenou korozní odolnost a další užité vlastnosti. Excelentní mechanické vlastnosti jsou výsledkem kombinace zpevňujících a zhouževnaťujících mikromechanismů, zejména dvojčatění a deformačně indukovaných fázových transformací.

Dizertační práce bude zaměřena na design těchto slitin na základě teoretických poznatků, doplněných o semi-empirické poznatky z podobných systémů. Vybrané kompozice budou experimentálně připraveny odléváním a práškovou metalurgií. Následně bude studován vztah mezi mikrostrukturou, technologií výroby a výslednými mechanickými vlastnostmi. Speciální pozornost bude věnována zejména charakterizaci a kvantifikaci deformačních mechanismů a fázového složení pokročilými metodami elektronové mikroskopie. Výsledkem práce by měla být série nových komplexních slitin s odladěnou technologií pro jejich přípravu a známou odezvou na mechanická zatěžování a klíčovými užitnými vlastnostmi.



Postupy ovládání charakteru mikrostruktury eutektických vysoce entropických slitin, jejich fázová stabilita a mechanismy poškozování

Školitel: doc. Ing. Vít Jan, Ph.D.

Školitel specialista: Ing. Petr Havlík, Ph.D.

Možnost stipendia: ano

Pracoviště: ÚMVI

Doktorské téma se zabývá vývojem a optimalizací eutektických vysoce entropických slitin (EHEA) s ultra jemnou mikrostrukturou prostřednictvím pokročilých metalurgických nebo dalších technik tepelného zpracování, přetavování a podobně.

Studie bude systematicky zkoumat vliv zvolaných postupů na charakter a tepelnou stabilitu mikrostruktury a vývoj fázového složení. Klade se důraz na stanovení vztahů mezi parametry zpracování, fázovou stabilitou a mechanickými vlastnostmi. Druhým směrem studie bude objasnění mechanismů poškození, které ovlivňují odolnost materiálu při provozních podmínkách. Kombinací experimentálního vývoje, charakterizačních technik a modelování si tato práce klade za cíl prohloubit základní porozumění HEA a přispět k vývoji materiálů nové generace pro vysokovýkonné inženýrské aplikace.



Slitiny na základě nerozpustných kovových systémů s využitím medium-entropy přístupu

Školitel: doc. Ing. Vít Jan, Ph.D.

Školitel specialista: Ing. Ondřej Adam, Ph.D.

Možnost stipendia: ano

Pracoviště: ÚMVI

Přirozená nemísitelnost v tuhém nebo i v tekutém stavu u systémů jako jsou Fe-Cu, případně dalších dvojic kovů jako Cu-Co nebo Mg-Ti lze využít k vytvoření nových mikrostruktur s lepšími mechanickými a tepelnými vlastnostmi, což rozšiřuje možnosti v oblasti designu slitin. Návrh a charakterizace středně entropických slitin na bázi nemísitelného systému s přidavkem prvků jako Mn, Al a dalších představuje důležitý směr výzkumu v materiálové vědě. Syntézou těchto komplexních slitin a analýzou jejich fázového složení zkoumáme vztahy mezi strukturou a vlastnostmi, které určují jejich chování. Výzkum kombinuje moderní výrobní techniky, metody charakterizace a mechanické testování s cílem získat poznatky využitelné v letectví, automobilovém průmyslu a energetice.

Téma nabízí spojení základního výzkumu a praktických inovací, má za cíl připojit se progresivnímu směru ve vývoji nových generací slitin.

Strojově učené meziatomové potenciály pro studium defektů krystalické mřížky

Školitel: Ing. Martin Zelený, Ph.D.

Možnost stipendia: ano
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.



Charakterizace šíření únavových trhlin v austenitických ocelích s gradientní strukturou vytvořených s pomocí metod aditivní výroby

Školitel: Ing. Michal Jambor, Ph.D.

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

Možnost stipendia: ano

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Disertační práce se bude zabývat popisem šíření dlouhých únavových trhlin v metastabilních austenitických ocelích se specifickou strukturou. Tyto materiály budou připraveny s použitím metod aditivní výroby, kde variace procesních parametrů umožní lokální modifikaci struktury a vytvoření gradientních/vrstvených struktur s cílem zlepšit odolnost materiálů vůči šíření únavových trhlin.

V rámci řešení disertační práce si PhD student osvojí metody měření a vyhodnocování odolnosti materiálů vůči šíření únavových trhlin, charakterizaci mikrostruktury a popis deformačních mechanismů na čele trhlin s využitím skenovací a transmisní elektronové mikroskopie.

Perspektivní materiály na bázi Ti pro skladování vodíku

Školitel: Ing. Lubomír Král, Ph.D.

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

Možnost stipendia: ano

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

Tato disertační práce je zaměřena na optimalizaci klíčových vlastností slitin pro ukládání vodíku (HS) na bázi Ti pro technologicky i ekonomicky přijatelné tlaky a teploty. Tyto HSM umožňují dlouhodobé uložení H_2 za podmínek vhodných pro praktické aplikace při dosažení vysoké teoretické objemové hustoty energie. Toto ukládání H_2 bez využití kompresoru umožní snížit provozní náklady, zvýšit bezpečnost a celkově zjednodušit vodíkové technologie.

Creep feritických slitin zpevněných oxidickou disperzí při nízkých rychlostech deformace

Školitel: Ing. Petr Dymáček, Ph.D.

Školitel specialista: prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc.

Možnost stipendia: ano

Pracoviště: ÚFM, ÚMVI

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. 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, torzním namáháním a metodou helikoidních vzorků. 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.