



FAKULTA  
CHEMICKÉ TECHNOLOGIE  
VŠCHT PRAHA

# Studentská Vědecká Konference

# 2021

2. 12. 2021

SBORNÍK ANOTACÍ

# (106)

ÚSTAVNÍ KOORDINÁTOR

Ing. Jan Šerák, Ph.D.

SEZNAM SEKČÍ

1. [Kovové materiály I.](#)
2. [Kovové materiály II.](#)
3. [Kovové materiály III.](#)
4. [Kovové materiály - restaurování](#)

# Kovové materiály I.

MÍSTO: ONLINE

## KOMISE

doc. Ing. Jan Stoulil, Ph.D. (předseda)

Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.

## PROGRAM

09:00 **zahájení**

09:00 [Bc. Diana Benediktová](#) (M2, doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.)

*Vlastnosti slitin hliníku s prvky z hlubokomořských konkrecí*

09:06 [Petr Hrbáček](#) (M2, Ing. Tomáš Prošek, Ph.D.)

*Vliv stárnutí organických povlaků na propustnost vody*

09:11 [Bc. Evdokim Kolesnichenko](#) (M1, doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.)

*Tepelné zpracování hliníkové slitiny získané zpracováním hlubokomořských konkrecí*

09:16 [Bc. Adéla Lukášová](#) (M2, doc. Ing. Jaroslav Fojt, Ph.D.)

*Oxidy molybdenu pro detekci změn pH*

09:21 [Bc. Michal Mišurák](#) (M2, prof. Dr. Ing. Dalibor Vojtěch)

*Vývoj nové metody 3D tisku galvanickým procesem*

09:26 [Bc. František Růžička](#) (M1, Ing. Filip Průša, Ph.D.)

*Vliv podmínek přípravy na vlastnosti nového druhu slitin s vysokou entropií*

09:31 [Bc. Hana Thürlová](#) (M2, Ing. Filip Průša, Ph.D.)

*In-situ příprava karbidů ve slitině CoCrFeNiMn s vysokou entropií*

**vyhlášení výsledků**

## *Vlastnosti slitin hliníku s prvky z hlubokomořských konkrecí*

Bc. Diana Benediktová (M2)

Školitel: doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.

Byly zkoumány slitiny hliníku s prvky z hlubokomořských konkrecí. Nejprve byla provedena aluminotermická redukce hlubokomořských konkrecí pro přípravu manganové slitiny. Poté byly práškovou metalurgií (mechanickým legováním a slinováním v plazmatu) připraveny slitiny hliníku s 2 hm. %, 6 hm. %, 10 hm. % a 20 hm. % konkrecí. Pro homogenizaci struktury byly kompaktní vzorky podrobeny tepelnému zpracování po dobu 1 h, 3 h a 5 h při 600 °C. Dostatečná homogenizace struktury byla pozorována na optickém mikroskopu po pěti hodinách u všech slitin kromě slitiny s 20 hm. % konkrecí. Zároveň u všech vzorků byla po každém žhání měřena tvrdost se zatížením HV 5 a byla tak získána závislost tvrdosti na čase žhání. Dále byly posuzovány tribologické vlastnosti a bylo zjištěno, že se nejedná o otěruvzdorné materiály, neboť byly naměřeny vyšší hodnoty míry opotřebení. S rostoucím množstvím konkrecí stoupala tvrdost i otěruvzdornost materiálu.

# *Vliv stárnutí organických povlaků na propustnost vody*

Petr Hrbáček (M2)

Školitel: Ing. Tomáš Prošek, Ph.D.

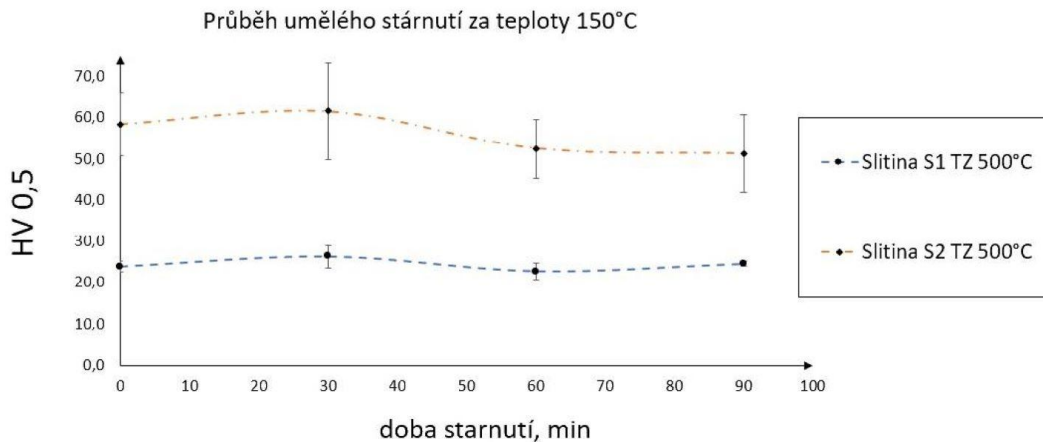
Aplikace organického povlaku je velmi častým způsobem protikoroziční ochrany kovových materiálů v prostředí atmosféry. Pvlaky tvoří bariéru mezi kovem a korozivním prostředím, zabraňují vzniku vrstvy elektrolytu na povrchu kovu a eliminují přístup vody, kyslíku a agresivních iontů ke kovu. V atmosféře dochází časem ke stárnutí povlaku, tj. zhoršení ochranných vlastností vlivem působení zejména UV záření, vlhkosti, proměnlivé teploty prostředí a chemických škodlivin např. chloridů. V této práci se zabývám studiem degradace vzorků organických povlaků vlivem faktorů, které poškozují povlak při expozici v atmosféře. Vystavení vzorku atmosférickým podmínkám bylo simulováno zrychlenými zkouškami stárnutí v testovacích komorách, které trvaly přesně jeden měsíc. Stav a ochranné vlastnosti jednotlivých vzorků po zrychleném stárnutí byly popsány a hodnoceny pomocí měření propustnosti povlaků miskovou metodou a pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS).

# Tepelné zpracování hliníkové slitiny získané zpracováním hlubokomořských konkrací

Bc. Evdokim Kolesnichenko (M1)

Školitel: doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.

Tato práce je zaměřená na hledání vhodných podmínek tepelného zpracování 2 typů slitin hliníku, které byly připraveny aluminotermickou redukcí polymetalické hlubokomořské konkrace, smísením produktu s hliníkem, odlitím a extruzí za tepla. První druh slitiny obsahoval podstatně nižší množství příměsi konkrace než druhý typ slitiny, což mělo významný vliv na fázové složení, mikrotvrdot a chování při tepelném zpracování daných slitin. Tepelné zpracování zahrnovalo 3 kroky, a to rozpouštěcí žíhání, rychle ochlazení a umělé stárnutí. Podmínky tepelného zpracování byly voleny vždy podle předešlého pokusu a porovnávala se mikrotvrdot slitin před a po tepelném zpracování. Podle mikrotvrdoti právě i byly hodnoceny zvolené podmínky tepelného zpracování.



Prvek	Al	Mn	Na	Ca	Si	P	S	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Mo
Obsah prvků [hm.%) v S1	98,703	0,306	-	-	0,710	0,011	0,017	0,069	-	0,034	0,034	0,009	-
Obsah prvků [hm.%) v S2	92,255	4,226	0,063	0,042	1,353	0,026	0,028	1,24	0,05	0,37	0,284	0,006	0,016

## *Oxidy molybdenu pro detekci změn pH*

Bc. Adéla Lukášová (M2)

Školitel: doc. Ing. Jaroslav Fojt, Ph.D.

Povrch implantátu je ideálním místem k uchycení bakterií, na které tělo pacienta následně reaguje imunitní odezvou a vznikem zánětu. I přes nasazenou léčbu může mikrobiální infekce vést až k nutnosti reoperace nebo selhání implantátu. Včasná detekce bakteriální aktivity by mohla přispět ke snížení finančních nákladů a zároveň i k nižší zdravotní zátěži pacienta. Biologická aktivita mikrobů a vzniklý zánět v okolí implantátu je doprovázen změnou pH v okolní tkáni, která by se dala využít k včasné detekci infekce s využitím senzorů přítomných přímo na povrchu implantátu. Jednou z možných variant senzorů mohou být směsné oxidy titanu a molybdenu. V rámci práce byly zkoumány odezvy čistého molybdenu a  $\beta$ -slitiny titanu s 30 hm. % molybdenu. Elektrochemická odezva byla měřena od hodnoty pH 7,6 do 6,5 a zpět ve fyziologickém roztoku (9 g/l NaCl) s přídavkem 5,9 g organického pufru TES. Byla sledována závislost samovolného korozního potenciálu, polarizačního odporu a Mott-Schottkyho křivek na pH. V případě čistého molybdenu se nepodařilo dosáhnout stability povrchu. Naopak stabilní povrch  $\beta$ -slitiny titanu s molybdenem se na základě elektrochemické odezvy jeví jako perspektivní pro další výzkum.

# *Vývoj nové metody 3D tisku galvanickým procesem*

Bc. Michal Mišurák (M2)

Školitel: prof. Dr. Ing. Dalibor Vojtěch

Elektrochemický 3D tisk je relativně nová forma aditivní výroby, která vytváří kovové struktury elektrochemickou redukcí kovových iontů z roztoku na vodivý substrát. Výhodou této technologie je schopnost tisknout struktury z různých materiálů bez tepelných pnutí, bez použití ochranné atmosféry a laserové optiky. V této práci bude zkoumán vliv parametrů 3D tisku na rychlost depozice a morfologii vzniklých struktur.

# *Vliv podmínek přípravy na vlastnosti nového druhu slitin s vysokou entropií*

Bc. František Růžička (M1)

Školitel: Ing. Filip Průša, Ph.D.

Slitiny s vysokou entropií jsou novým typem materiálů, které díky své neobyčejné struktuře dosahují výjimečných vlastností, jakými jsou vysoká tvrdost a pevnost nebo odolnost proti zvýšeným teplotám. Tyto vlastnosti lze dále upravovat tvorbou kompozitů. Metodou mechanického legování byly připraveny práškové slitiny CoCrFeNiMn a CoCrFeNiAl<sub>10</sub>, ze kterých byla připravena kompozitní slitina s rozdílnou dobou její homogenizace. Kompozitní směsi byly dále zkompaktizovány metodou slinování v plazmatu. Mikrostruktura a vlastnosti vzniklých kompaktních vzorků byly studovány s cílem porovnat vliv podmínek vzájemné homogenizace výchozích slitin při tvorbě kompozitního materiálu.

# *In-situ příprava karbidů ve slitině CoCrFeNiMn s vysokou entropií*

Bc. Hana Thürlová (M2)

Školitel: Ing. Filip Průša, Ph.D.

Slitiny s vysokou entropií se vyznačují specifickou strukturou, tvořenou víceprvkovými tuhými roztoky, díky které mají tyto slitiny velmi dobré mechanické vlastnosti. Slitina CoCrFeNiMn patří mezi intenzivně studované materiály, u kterých je obecně možné dosahovat, v závislosti na zvolené metodě přípravy, poměrně širokého rozsahu mechanických vlastností při zachování dostatečné plasticity. Dalšího zvýšení mechanických vlastností je možné dosáhnout například vyztužením tvrdými částicemi, jako jsou karbidy. Metodami práškové metalurgie byla připravena slitina CoCrFeNiMn s vysokou entropií, ve které byly následně in-situ připraveny karbidy ze tří různých prekurzorů – mechanicky obrobeného grafitu, globulárního grafenu a destičkového grafenu. U připravených slitin bylo popsáno fázové složení a byla pozorována jejich mikrostruktura. Dále bylo provedeno srovnání jejich mechanických a tribologických vlastností. Na základě získaných dat byla určena forma uhlíku, která poskytuje nejlepší vyztužující efekt.

# Kovové materiály II.

MÍSTO: ONLINE

KOMISE

doc. Ing. Jaroslav Fojt, Ph.D. (předseda)

Ing. Hong Vu, Ph.D.

Ing. Filip Průša, Ph.D.

PROGRAM

10:00 zahájení

10:00 [Bc. Anna Boukalová](#) (M1, Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.)

*Vlastnosti slitin zinku připravených postupy klasické a práškové metalurgie*

10:06 [Bc. Tomáš Kročil](#) (M1, doc. Ing. Jan Stoulil, Ph.D.)

*Polovodivé chování korozních produktů slitin Zn-Mg*

10:11 [Bc. Matouš Orlíček](#) (M2, doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.)

*Mikrostruktura a vlastnosti rychle ztuhlé slitiny vyrobené z redukovaných hlubokomořských koncercí*

10:16 [Bc. Radovan Papež](#) (M2, doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.)

*Analýza mikrostruktury maraging ocelí pomocí TEM*

10:21 [Bc. Eva Stránělová](#) (M1, doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.)

*Příprava slitin CoCrMo s různým obsahem C a jejich tribologické vlastnosti*

10:26 [Anna Teichmanová](#) (M2, doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.)

*Inovativní metoda přípravy intermetalických povlaků na titan*

10:31 [Bc. Jakub Vlášek](#) (M2, doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.)

*Hliníkové slitiny legované hlubokomořskými koncercemi připravené litím a metodami rychlého tuhnutí.*

**vyhlášení výsledků**

# *Vlastnosti slitin zinku připravených postupy klasické a práškové metalurgie*

Bc. Anna Boukalová (M1)

Školitel: Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.

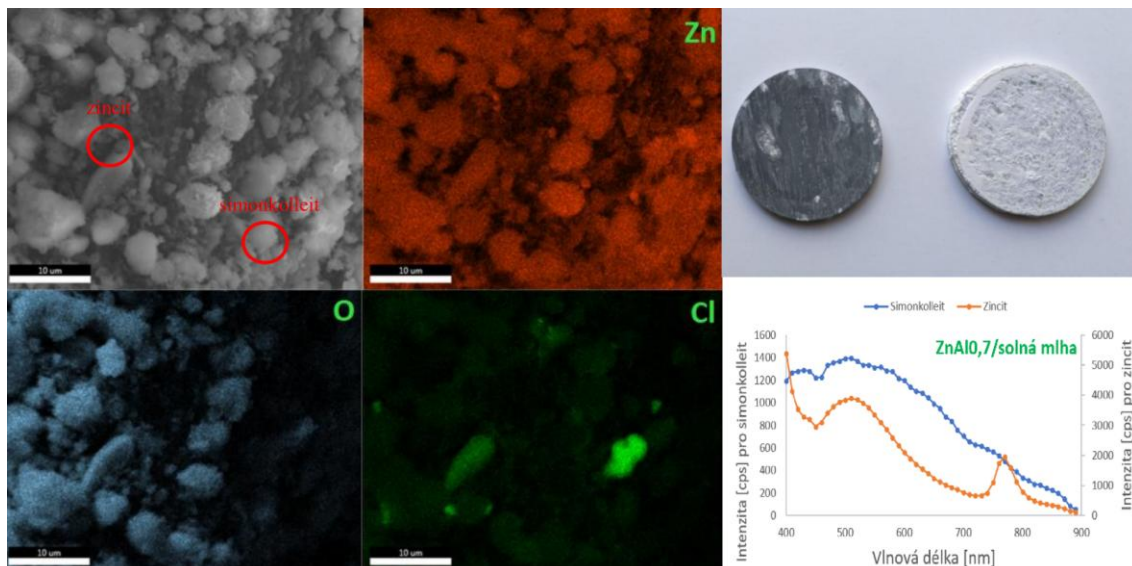
Zinek je v současné době pro svou biokompatibilitu a vhodnou míru korozní rychlosti uvažován pro výrobu biodegradovatelných materiálů. Jeho mechanické vlastnosti však pro aplikace v lidském těle nejsou dostačující. Tyto nedostatky lze upravit jeho vhodným legováním a/nebo použitím různých technologií zpracování. V této práci bylo připraveno 5 vzorků slitiny Zn-0,8Mg-0,2Sr (hm. %) práškovou metalurgií. Byla pozorována jejich mikrostruktura a mechanické vlastnosti v závislosti na různých podmínkách jejich přípravy (teplota, působící síla a čas). Mikrostruktura zkoumaných vzorků i vstupního prášku byla velmi jemnozrnná. Po zpracování výchozího prášku sintrací v plazmatu lze pozorovat přeměnu fáze  $MgZn_2$  ve stabilní fázi  $Mg_2Zn_{11}$ . Různé podmínky sintrace v plazmatu jako tlak nebo teplota procesu mírně ovlivňují mechanické vlastnosti připravených materiálů. Vzorek 300C-10min-25kN vykazoval ze všech studovaných materiálů nejlepší mechanické vlastnosti.

# Polovodivé chování korozních produktů slitin Zn-Mg

Bc. Tomáš Kročil (M1)

Školitel: doc. Ing. Jan Stoužil, Ph.D.

Odolnost zinkových povlaků vůči korozi lze zlepšit využitím slitin zinku. Na tomto poli se nejlépe osvědčilo legování Al a Mg. V porovnání se zinkovým povlakem dochází na zmíněných slitinách ke vzniku kompaktnějších korozních produktů s menší rozpustností, která vede k lepší korozní odolnosti. Složení těchto korozních produktů silně závisí na okolním prostředí a době expozice. Tato bakalářská práce pojednává o přípravě zinkových povlaků a popisuje korozní děje, které na nich probíhají. Praktická část se věnuje přípravě korozních produktů slitin Zn-Al-Mg. Pro tento účel byly zvoleny pevné vzorky slitin ZnMg6 a ZnAl0,7. Největší pozornost byla kladena na rozbor složení a elektrochemických vlastností vzniklých korozních produktů. K tomuto účelu byla použita Mott-Schottkyho metoda, metoda XRD, SEM-EDS a katodoluminiscence.



# *Mikrostruktura a vlastnosti rychle ztuhlé slitiny vyrobené z redukovaných hlubokomořských konkrecí*

Bc. Matouš Orlíček (M2)

Školitel: doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.

Tato práce popisuje vlastnosti slitiny připravené aluminotermickou redukcí hlubokomořských konkrecí, která byla následně zpracovaná rychlým tuhnutím metodou melt spinning. Pro práci byla využita slitina redukovaná s 20 % hm. přebytkem Al vůči stechiometrii. Při zpracování materiálu metodou melt spinning došlo ke změně chemického složení materiálu, a to konkrétně ke snížení obsahu Al a S, které lze vysvětlit částečnou oxidací během tavení v trysce při melt spinningu. V rychle ztuhlé slitině lze tedy zároveň pozorovat menší nárůst obsahu Cu a Fe. Pomocí rentgenové difrakce bylo změřeno fázové složení redukované slitiny a pásků vyrobených metodou melt spinning. Mikrostruktura materiálů byla pozorována pomocí světelné mikroskopie i pomocí skenovací a transmisní elektronové mikroskopie. Stabilita materiálu za zvýšených teplot byla studována pomocí termické analýzy a dále izotermickým žíháním v inertní atmosféře, aby nedocházelo k oxidaci vzorku.

# *Analýza mikrostruktury maraging ocelí pomocí TEM*

Bc. Radovan Papež (M2)

Školitel: doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.

Maraging ocele jsou typem vysokopevnostních ocelí s nízkým obsahem uhlíku, u kterých nedochází ke zpevnění pomocí karbidů jako u běžných ocelí, nýbrž jsou precipitačně zpevněny pomocí intermetalických sloučenin legujících prvků, které se v oceli nacházejí ve vyšším obsahu (Ni, Co, Mo). Tyto ocele jsou žádané pro jejich výborné mechanické vlastnosti jako vysoká tvrdost, dobrá svařitelnost, tažnost a nacházejí uplatnění např. v leteckém průmyslu. V této práci byly použity oceli připravené pomocí 3D tisku, metodou SPS a ocel, která byla přetavena a znovu tepelně zpracována, u kterých byl zkoumán vliv tepelného zpracování dvou rozdílných režimů na mikrostrukturu. Následně pomocí transmisního elektronového mikroskopu (TEM) byla zkoumána velikost precipitátů. Vyhodnocené velikosti precipitátů byly porovnány s naměřenými hodnotami mechanických vlastností.

# *Příprava slitin CoCrMo s různým obsahem C a jejich tribologické vlastnosti*

Bc. Eva Stránělová (M1)

Školitel: doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.

Medicína spolu s materiálovým inženýrstvím jsou vědní obory, ve kterých nestále probíhá intenzivní vývoj. Práce je zaměřená na porovnání mechanických vlastností slitiny CoCrMo s různým obsahem uhlíku využívané okrajově pro biomateriálovou instrumentaci, především ale v kloubních náhradách. Jedna z důležitých vlastností endoprotézy je její otěruvzdornost. Jejím zlepšením může dojít k prodloužení životnosti implantátu. Tribologické vlastnosti byly vylepšovány ve slitině připravené práškovou metalurgií. Slitina byla připravena mechanickým legováním z čistých kovů a následně slinuta v plazmatu. Tento proces umožňuje dosáhnout vysoké chemické čistoty slitiny. V dnešní době se běžně do slitiny CoCrMo přidává 0,25 hm. % uhlíku. Cílem práce bylo zjistit, zda jiný obsah uhlíku ve slitině vykazuje lepší tribologické vlastnosti. Byly připraveny tři materiály s různým obsahem uhlíku. Naměřené hodnoty mikrotvrdosti pro jednotlivé materiály byly velmi blízké, z čehož lze usuzovat podobnost i ostatních mechanických vlastností. Potvrdilo se také, že nekonvenčním výrobním postupem lze dosáhnout vysoké tvrdosti materiálu. Tribologické testy ukázaly, že aktuálně používané množství uhlíku ve slitině je nejlepší možné, neboť slitiny s vyšším i nižším obsahem uhlíku vykazují větší povrchové opotřebení.

## *Inovativní metoda přípravy intermetalických povlaků na titan*

Anna Teichmanová (M2)

Školitel: doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D.

Titan je velice využívaným materiálem pro jeho příznivý poměr mezi pevností, hustotou a odolností vůči korozi v důsledku tvorby pasivní vrstvy ve formě oxidů. Za zvýšených teplot ovšem vznikají méně stabilní oxidy a je potřeba titan chránit jiným způsobem. Tato práce se zabývá přípravou a charakterizací intermetalických povlaků na bázi Ti-Al, které vynikají právě korozní odolností za zvýšených teplot a svými mechanickými vlastnostmi v kombinaci s nízkou hustotou. K přípravě těchto intermetalik bylo využito mechanické legování, následné nanesení prášku na substrát a slinování v plazmatu. Vzorky byly poté charakterizovány metalografickými metodami v příčném řezu. Tato metoda umožňuje připravit inovativní povlaky, které nelze připravit běžnými metodami povlakování – povlak je velmi dobře spojen s podkladovým titanem, je jemnozrný a bez pórů.

# *Hliníkové slitiny legované hlubokomořskými konkrecemi připravené litím a metodami rychlého tuhnutí.*

Bc. Jakub Vlášek (M2)

Školitel: doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.

Hlubokomořské konkrce jsou polymetalické rudy s vysokým obsahem manganu, křemíku, železa, mědi a niklu. Práce se zabývá slitinami hliníku s aluminotermicky zredukovanými konkrecemi v různých poměrech. Slitiny byly atmosfericky odlity a následně byla analyzována mikrostruktura a mikrotvrdot jednotlivých fází. Následuje zpracování slitin metodou melt spinning.

# Kovové materiály III.

MÍSTO: ONLINE

## KOMISE

doc. Ing. Alena Michalcová, Ph.D. (předseda)

Ing. Jaroslav Bystrianský, CSc.

Ing. Eva Kristianová

## PROGRAM

09:00 **zahájení**

09:00 [Bc. Tomáš Basl](#) (M1, doc. Ing. Jan Stoulil, Ph.D.)

*Vliv bakteriálních extremofilů na bodovou korozi korozivzdorné oceli*

09:06 [Bc. Petra Havlíková](#) (M2, Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.)

*Slitiny zinku legované lithiem a manganem zamýšlené pro aplikace v medicíně.*

09:11 [Bc. Jan Pokorný](#) (M1, Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.)

*Příprava a charakterizace biodegradovatelných slitin zinku s hořčíkem a stříbrem*

09:16 [Bc. Jan Riedl](#) (M1, Ing. Filip Průša, Ph.D.)

*Vliv tepelného zpracování na vlastnosti slitin s vysokou entropií*

09:21 [Bc. Michael Sovadina](#) (M2, Ing. Filip Průša, Ph.D.)

*Zvýšení žáruvzdornosti v žárupevných slitinách s vysokou entropií*

09:26 [Bc. Cyril Šimon](#) (M2, Ing. Jan Šerák, Ph.D.)

*Vlastnosti slitin MgZrCa*

**vyhlášení výsledků**

# *Vliv bakteriálních extremofilů na bodovou korozi korozivzdorné oceli*

Bc. Tomáš Basl (M1)

Školitel: doc. Ing. Jan Stoulil, Ph.D.

Výroba elektrické energie z jaderných zdrojů s sebou nese i nutnost ukládání vyhořelého jaderného paliva. Nejbezpečnějším a nejekonomičtějším způsobem je jeho uskladnění v hlubinném úložišti radioaktivního odpadu. Odpad bude uložen v kovových kontejnerech obklopených bentonitem a okolní horninou. V této práci je zkoumána odolnost potenciálního materiálu kontejneru (korozivzdorná ocel AISI 316L, EN 1.4404) v předpokládaném prostředí hlubinného úložiště vůči bodové korozi. Nejvýznamnějšími iniciátory koroze jsou v tomto prostředí mikroorganismy, které produkují agresivní látky zejména thiosířany. Tato práce zkoumá odolnost materiálu proti bodové korozi v prostředí simulujícím vliv mikroorganismů metodou potenciodynamických křivek (PTDA), zjištěním korozní rychlosti metodou hmotnostního úbytku a vizuální kontrolou povrchu pomocí stereomikroskopu. Měření PTDA potvrdilo, že ocel AISI 316L je poměrně dobře odolná proti bodové korozi v předpokládaných podmínkách hlubinného úložiště. Zkouška korozní rychlosti metodou hmotnostního úbytku prokázala nízké korozní rychlosti. Vizuální zkouška odhalila iniciaci bodové koroze pouze na nejvyšší testované teplotě 50°C.

## *Slitiny zinku legované lithiem a manganem zamýšlené pro aplikace v medicíně.*

Bc. Petra Havlíková (M2)

Školitel: Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.

Slitiny na bázi zinku se dostávají v posledních letech do popředí díky přijatelné korozní rychlosti v lidském těle. Zinečnaté ionty mají antibakteriální a osteogenní účinky, kterých se při biodegradaci využívá. Zinek má nízkou pevnost, a proto se uvažují především jeho slitiny. Slitiny obsahující jako hlavní legující prvek Li vykazují vysokou pevnost blížící se pevnosti korozivzdorných ocelí. V rámci této práce jsou studovány slitiny Zn-Li-Mn, přičemž Li je přidáváno s cílem zvýšit mez pevnosti a mez kluzu materiálu a Mn z důvodu zvýšení tažnosti. Připravované slitiny se jeví jako velmi perspektivní pro aplikace v oblasti kovových bioabsorbovatelných materiálů.

# *Příprava a charakterizace biodegradovatelných slitin zinku s hořčíkem a stříbrem*

Bc. Jan Pokorný (M1)

Školitel: Ing. Jiří Kubásek, Ph.D.

Slitiny zinku jsou v poslední době uvažovány jako biologicky odbouratelné biomateriály z důvodu přijatelné biokompatibility a vhodného chování při degradaci. Předpokládané použití těchto materiálů je pro stenty nebo fixační zařízení. Takové materiály jsou postupně odbourávány a nahrazeny novou tkání. Cílem této práce bylo zkoumání slitin Zn-Ag a Zn-Mg-Ag připravených technikami práškové metalurgie zahrnující mechanické legování a sintraci v plazmatu (SPS). Hořčík byl vybrán jako legující prvek, protože zlepšuje mechanické vlastnosti a biokompatibilitu a stříbro má antibakteriální účinky. Byla zkoumána mikrostruktura a mechanické vlastnosti připravených materiálů. Výsledky ukázaly významný vliv podmínek mechanického legování na fázové složení připravených prášků. Následně byly úspěšně připraveny pomocí SPS materiály s nízkou pórovitostí a homogenní mikrostrukturou.

# *Vliv tepelného zpracování na vlastnosti slitin s vysokou entropií*

Bc. Jan Riedl (M1)

Školitel: Ing. Filip Průša, Ph.D.

Slitiny s vysokou entropií jsou novým typem slitin, jejichž výzkum započal v roce 2004. Spojením různých podmínek vznikla skupina slitin, které lze definovat jako vysoko-entropické. Mezi tyto podmínky např. patří složení slitiny z pěti a více prvků s obsahy v rozmezí 5 – 35 at. % a hodnota směšovací entropie vyšší jak 1,5 R. U tohoto typu slitin je z důvodu vysoké směšovací entropie upřednostněn vznik převážně tuhých roztoků narušených od intermetalických fází. Unikátní mechanické vlastnosti těchto slitin jsou způsobeny např. distorzí krystalové mřížky a koktejlovým efektem, kdy výsledné vlastnosti slitin nejsou pouhým poměrovým součtem vlastností jednotlivých prvků. Mezi tyto vlastnosti patří např. vysoká tvrdost nebo pevnost při zachování dobré plasticity. Vlastnosti těchto slitin je možné modifikovat pomocí tepelného zpracování, kdy jsme schopni docílit precipitace nových fází. Cílem této práce bylo připravit slitiny  $\text{CoCrFeNiAl}_x$  ( $x = 10 - 30$  at.%) pomocí mechanického legování a slinování v plazmatu. V závislosti na množství hliníku ve slitině byla pozorována změna mikrostruktury, chemického a fázového složení. Poté byla provedena optimalizace tepelného zpracování. Cílem tepelného zpracování bylo zlepšit mechanické vlastnosti vůči vlastnostem před tepelným zpracováním.

# *Zvýšení žáruvzdornosti v žárupevných slitinách s vysokou entropií*

Bc. Michael Sovadina (M2)

Školitel: Ing. Filip Průša, Ph.D.

Slitiny s vysokou entropií jsou převážně ekvatomární sloučeniny, které se většinou skládají z 5 a více prvků, tvořící tuhé roztoky. Slitiny s vysokou entropií dosahují obvykle velmi vysokých pevností, které si v některých případech zachovávají i za zvýšených teplot, jedná se tedy o žárupevné materiály. Z dostupné literatury je zřejmé, že nejvyšší pevnosti při laboratorních teplotách vykazují slitiny připravené práškovou metalurgií. Slitiny MoNbTaVW ovšem při vysokých teplotách zcela selhávají z důvodu vzniku oxidických produktů nechránící materiál. Ve snaze o zvýšení žáruvzdornosti a plasticity byla provedena ve slitině MoNbTaVW substituce wolframu hliníkem za vzniku slitin MoNbTaVAl, MoNbTaVAl10W10 a MoNbTaVW. Substituce wolframu pomocí hliníku byla zvolena z důvodu snížení koncentrace valenční elektronů ( $VEC < 4,5$ ), která u těchto slitin může vést k podstatnému nárůstu plasticity, snížení hustoty materiálu a v neposlední řadě ke zvýšení odolnosti proti oxidaci vlivem tvorby ochranné vrstvy oxidů Al. Byl zjištěn optimální čas mechanického legování připravovaných slitin. Dále byla vyhodnocena jejich mikrostruktura a jejich odolnost proti oxidaci v rámci vystavení teplotě 800 °C.

# *Vlastnosti slitin MgZrCa*

Bc. Cyril Šimon (M2)

Školitel: Ing. Jan Šerák, Ph.D.

Práce se zabývá hořčíkovými slitinami MgZrCa. Celkem bylo studováno 5 slitin tohoto typu s různými obsahy legujících prvků. Dále byl připraven vzorek Mg, který v této práci slouží jako srovnávací. Na všech zmíněných vzorcích byla studována mikrostruktura a chemické složení. Z mechanických zkoušek byla pro tuto práci vybrána zkouška jednoosým tlakem a zkouška tvrdosti.

# Kovové materiály - restaurování

MÍSTO: ONLINE

## KOMISE

doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D. (předseda)

Ing. Šárka Msallamová, Ph.D.

Světlana Spiwoková, Ph.Dr.

## PROGRAM

10:00 **zahájení**

10:00 [Bc. David Dušek](#) (M1, Ing. Tereza Boháčková, Ph.D.)

*Restaurování železné pokladnice*

10:06 [Olga Hrubá](#) (B4, None)

*Restaurování jataganu*

10:11 [Jan Jeníček](#) (B4, None)

*Restaurování procesní lucerny*

10:16 [Štěpán Metelka](#) (B3, Ing. Tereza Boháčková, Ph.D.)

*Dveřní zámek*

10:21 [Jáchym Paleček](#) (B3, Ing. Šárka Msallamová, Ph.D.)

*Restaurování biskupské zinkové rakve*

10:26 [Eliška Trakalová](#) (B2, Ing. Tereza Boháčková, Ph.D.)

*Restaurování relikviáře*

**vyhlášení výsledků**

## *Restaurování železné pokladnice*

Bc. David Dušek (M1)

Školitel: Ing. Tereza Boháčková, Ph.D.

Tématem práce bylo restaurování a konzervace železné truhlice z první poloviny 17. století z majetku Uměleckoprůmyslového muzea v Praze. Uvedenému období odpovídá tvarem i mechanismem, jak vyplynulo z rešerše o vývoji truhlového nábytku a zámkových mechanismů od starověku do baroka. Je vyrobena z desek a pásů železného plechu. Ke spodní straně víka je přišroubována zámková deska s německým typem zámku, který však nebyl plně funkční. Během restaurátorského zásahu byl mechanismus zprovozněn a k zámku byl vyroben chybějící klíč. Z běžných bezpečnostních truhel té doby se restaurovaná truhla vymyká poměrně luxusní zlacenou a malovanou výzdobou, která se dochovala jen částečně a byla přemalována. Při restaurátorském zásahu byl nepůvodní nátěr odstraněn, truhla byla očištěna od prachu, mastnoty a nesoudržných korozních produktů. Vnitřek truhly byl ošetřen tanátem, zámkový mechanismus byl ošetřen mikrokrystallickým voskem a netuhnoucí vazelínou, vnější pohledové strany byly konzervovány směsí včelího a karnaubského vosku. Doporučený režim byl stanoven pro uchování předmětu v depozitáři, i jeho vystavování v expozici muzea.



## *Restaurování jataganu*

Olga Hrubá (B4)

Školitel: Ing. Šárka Msallamová, Ph.D.

Restaurování jataganu: Práce se zabývá částečným restaurováním a konzervací jataganu z 19. století a jeho dochované pochvy. Dotýká se historie vývoje jataganů v Osmanské říši. V práci je popsán postup konzervace jednotlivých materiálů, ze kterých jsou části jataganu a jeho pochvy vyrobeny. Všechny části předmětu a jejich konkrétní poškození jsou zde podrobně rozebrány. Druhá část práce se zabývá podrobně postupem konzervování předmětu, a jak se postupovalo mechanickou cestou při čištění jednotlivých částí. Pokračuje vysvětlením opravy mechanického poškození a následného zakonzervování všech částí předmětu. Na závěr doporučuje podmínky uložení předmětu, a jak by mělo být s předmětem v expozici či v depozitáři zacházeno.

## *Restaurování procesní lucerny*

Jan Jeníček (B4)

Školitel: Ing. Šárka Msallamová, Ph.D.

Tato procesní (pohřební) lucerna je jednou z páru a byla vyrobena mezi 2. polovinou 19. století a před 20. léty 20. století. Má tvar kónického šestibokého hranolu, sestávající z částí, jež jsou vyrobeny z ocelového cínovaného plechu. Na lucerně jsou dále ozdoby a křížek lité ze zinkové slitiny; všechny kovové prvky jsou spojeny pájením naměkko a to cínovo-olověnou pájkou. Lucerna je pak kryta 3 modrými a 3 bezbarvými, hvězdami zdobenými skly. Při restaurování došlo k zajištění rozpadajících se ozdob a nahrazení jejich chybějících fragmentů asmitem (olověnou kompozicí). Dále byla obnovena funkčnost lucerny, a to tím, že byl zrekonstruován kouřovod a dvířka, také byla doplněna dvě rozbitá skla. Předmět byl na závěr zakonzervován použitím alkydového nátěru s bariérovým účinkem a ozdoby a křížek byly navíc natřeny práškovým bronzem, čímž byla obnovena estetická stránka lucerny.



## *Dveřní zámek*

Štěpán Metelka (B3)

Školitel: Ing. Tereza Boháčková, Ph.D.

Předmětem této práce bylo restaurování a konzervování dveřního zámku, jenž je majetkem Městského muzea Lomnice nad Popelkou. Při průzkumu bylo zjištěno, že se jedná o zámek německého typu, slohově inspirovaný zámky barokními. Zámek byl přijat s druhotným nátěrem a korozním napadením podložního plechu a mechanických částí. Záměrem bylo zámek uvést do podoby umožňující expoziční účely a zároveň dbát na zachování jeho umělecko – historické hodnoty. Při restaurátorském zásahu byl odstraněn druhotný nátěr a některé korozní produkty, s ohledem na zachování původní povrchové úpravy brynýrováním. Následovala lokální pasivace zbylých korozních produktů pomocí lihového roztoku taninu a pasivace celého předmětu pomocí lihového roztoku dekananu sodného. Na závěr byl předmět zakonzervován pomocí mikrokrystalického vosku.

## *Restaurování biskupské zinkové rakve*

Jáchym Paleček (B3)

Školitel: Ing. Šárka Msallamová, Ph.D.

Práce pojednává o restaurování biskupské rakve vyrobené z litých zinko-olověných plechů s členitým figurálním i ornamentálním dekorem. Předmět byl vyroben pro biskupa Petra Františka Krejčího červenci roku 1870. Kromě drobných mechanických poškození došlo ke koroznímu poškození vlivem dekompozice organismu a vlivem atmosféry. Předmět byl opětovně zaplavován vodou a tím došlo k vyplavování polutantů vzniklých dekompozicí. Materiálový průzkum se zabýval analýzami kor. prod. a metalografií. Metalografický průzkum odhalil mezikrystalovou korozi cíno-olověné pájky a odlévaného zinko-olověného dekoru. Cílem restaurátorského zásahu bylo uvedení předmětu do stabilizovaného stavu a minimalizace vlivů podněcující degradaci materiálu s ohledem na přání vlastníka zachovat předmět co nejvíce původní. Zásah započal očištěním předmětu od prachových částic a zeminy tlakovou vodou, vyvíječem páry a silonovými kartáči. Následovalo mechanické odstraňování korozních produktů. Dále došlo ke slepení uvolněného pájeného spoje a laminování trhlin v dekoru pomocí dvousložkového epoxidu. Po tanátování ocelových částí byl povrch sjednocen ocelovou vatou. Konzervace byla v pohledových částech provedena voskem Revax30 s damarou v terpentýnu (3:2), v nepohledových částech a v dutinách injektáží vosku Revax30.



## *Restaurování relikviáře*

Eliška Trakalová (B2)

Školitel: Ing. Tereza Boháčková, Ph.D.

Práce popisuje restaurátorský zásah na novobarokním relikviáři ve tvaru sluncové monstrance, což je ozdobná prosklená schránka na noze, která slouží k ukazování a k uchovávání svatých ostatků. Na noze je ze spodní strany uzavíratelných dvířek rytý nápis, uvnitř nohy listina a za zasklenou schránkou se nachází pečeť pražského arcibiskupa. Většina částí předmětu je vyrobena z mědi, povrch je stříbřený a zlacený, několik částí je mosazných a železných. Další zastoupené materiály jsou sklo a textil. V původním stavu předmět vykazoval znečištění, korozní napadení a mechanické poškození. Při restaurátorském zásahu došlo k odstranění většiny korozních produktů při zachování povrchových úprav stříbření a zlacení, vyrovnání deformací v maximální možné míře a případně doplnění chybějících částí. U listiny, relikvie a pečetě nedošlo k žádnému zásahu, ponechaly se v původním stavu, nebyly výrazně poškozeny ani znehodnoceny.

