

Sledování migrace chloridových iontů v různých konfiguracích elektrodialýzy s bipolární membránou

Bc. Alexander Kollmann

Ročník studia: M1

Školitel: doc. Ing. Luděk Jelínek, Ph.D.

Elektrodialýza s bipolární membránou (BMED) je elektromembránový proces, při kterém dochází ke štěpení molekul vody pomocí bipolární membrány. Tento proces umožňuje generovat kyseliny a zásady z vodných roztoků solí využitím vnějšího elektrického napětí.

Uspořádání membrán v BMED modulech se může lišit. Tato práce se proto zaměřuje na porovnání dvou odlišných konfigurací. Experimenty byly prováděny na vzorcích mořské vody a hlavní pozornost byla věnována migraci chloridových iontů mezi jednotlivými komorami modulu. Chloridové ionty představují potenciální problém – v anodovém prostoru dochází k jejich oxidaci s vznikem chloru, což představuje problém pro použité materiály v BMED.

Hodnocení pasivních vrstev na korozivzdorných ocelích

Autor: Avrora Nikolaienko

Ročník studia: B3

Školitel: doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Předmětem práce jsou oxidační vrstvy na povrchu železa, které se tvoří v důsledku pasivace. Oxidační vrstva zabraňuje přímému kontaktu základního kovu s okolním prostředím a tím omezuje elektrochemické reakce. Většina kovů a slitin, které jsou odolné proti korozi, se nachází v pasivním stavu. Provedli jsme analýzu koncentračního profilu, pomocí metody XPS, a získali jsme informace o změnách koncentrace prvků v závislosti na hloubce povrchu oxidu na korozivzdorné oceli. V práci se také zabýváme kontaminací oxidačních vrstev různými ionty, které lze nalézt v důsledku interakce s chladicími kapalinami, tepelného zpracování nebo čištění. Kontaminanty mohou výrazně ovlivnit magnetit a hematit na povrchu kovů a měnit jejich antikorozi vlastnosti, což může vést ke koroznímu praskání.

Tisk kompozitních materiálů na bázi MOC s přidavkem odpadního popela z elektrárny

Daniel Adamus

Ročník studia: B1

Školitel: doc. Ing. Michael Pohořelý, Ph.D.

V současnosti roste zájem o využití průmyslového odpadu v konstrukčních materiálech s cílem snížit environmentální zátěž a zároveň zlepšit vlastnosti finálních produktů. Tato studie se zabývá vývojem kompozitních materiálů na bázi hořčnatého cementu (MOC) s přidavkem odpadního popela z elektrárny a jejich zpracováním metodou 3D tisku.

Pro přípravu kompozitních směsí byl odpadní popílek z elektrárny nejprve detailně charakterizován metodami LD, XRD, XRF a SEM/EDS, včetně snímků z optického mikroskopu, které poskytly informace o jeho prvkovém a fázovém složení, velikosti a morfologii částic. Byla připravena směs MOC s přidavkem popílku a vyzkoušen její manuální 3D tisk. Na vyhotoveném vytištěného vzorku byly provedeny analýzy XRD, XRF a SEM/EDS, které ověřily fázové a prvkové složení a distribuci popílku v kompozitu. Na základě prvních poznatků byla zahájena optimalizace směsi s cílem dosažení tisknutelnosti a konzistence materiálu, přičemž pro referenci se zkouší kombinace MOC a písku.

Díky analýzám jsme zjistili, že v popílku jsou obsaženy prvky Ca, Si, Al, Fe. Ve směsi má majoritní zastoupení Mg.

Další práce bude zaměřena na zlepšení konzistence směsi, dosažení stabilních tisknutelných objektů a detailní charakterizaci mechanických vlastností finálního vzorku. Studie přispívá k pochopení možností využití průmyslového odpadu v 3D tisknutelných kompozitech a rozšiřuje znalosti o perspektivních materiálech pro udržitelné stavební aplikace.

Koroze ocelí kotle bloku 6 elektrárny Ledvice

Bc. Eva Bažantová

Ročník studia: M2

Školitel: Ing. Richard Seydl, Ph.D.

Tato práce je zaměřena na studium nárůstu korozních vrstev ocelí v ekonomizéru a výparníku kotle bloku 6 v Ledvicích. Studován je nárůst vrstev na vnitřních stěnách trubek ze strany vody a páry. Blok 6 elektrárny Ledvice patří mezi nejmodernější nadkritické uhelné bloky ve střední Evropě a jeho kotel je tvořen z mnoha ocelí. Některé z těchto ocelí jsou problematické z hlediska koroze. Koroze ovlivňuje životnost zařízení a zároveň ztěžuje prostup tepla při ohřevu vody a výrobě páry. Existují proto přesně dané limity hmotnosti korozního produktu pro jednotlivá zařízení kotle, které by neměly být překročeny. Jejich překročení vede k odstávkám a ekonomickým ztrátám. U ekonomizéru je testována molybdenová slitina 16Mo3. V rámci výparníku je testována feritická ocel T 24 (7CrMoVTiB10-10) a konstrukční chromová ocel 13 Cr (13CrMo4-5). Testovací metodou pro všechny výše uvedené oceli bylo zvoleno moření katodickým pulsem v roztoku hydrogen citrátu amonném (elektrochemická metoda). Vzorek oceli 13 Cr byl zároveň mořen ne elektrochemicky v Clarkově roztoku. Výsledkem moření je hmotnost korozního oxidického produktu. Dále byla rovněž provedena povrchová analýza vzorků jednotlivých ocelí na elektronovém mikroskopu a stereomikroskopu.

Vliv výšky vrstvy sorbentu KA 402 v koloně na jeho užitkovou kapacitu

Jméno: Filip Müller

Ročník studia: B3

Školitel: Ing. Eva Mištová, Ph.D.

Kvůli stále se snižujícím zásobám zdrojů fosforečnanů je potřeba zjišťovat a zdokonalovat způsoby, jak je recyklovat. Práce se zaměřuje na optimalizaci procesu sorpce fosforečnanů s použitím granulované aktivované aluminy KA 402. Cílem bylo experimentálně ověřit vliv výšky vrstvy sorbentu v koloně na jeho užitkovou kapacitu vůči fosforečnanům. Dynamické kolonové experimenty byly provedeny ve dvou typech kolon s rozdílným vnitřním průměrem (1,0 cm a 1,8 cm) s vybranými objemy sorbentu (10 ml – 30 ml) a to ve třech opakování. Všechny experimenty probíhaly při stejné vstupní koncentraci fosforečnanů (20 mg/l) a při stejném specifické kolonové zatížení ($6 \text{ m}^3/(\text{m}^3\text{h})$). Byl sledován průběh sorpce v závislosti na množství zpracovaných kolonových objemů vstupního roztoku a následně byla vypočtená užitková kapacita sorbentu vztažená k limitní koncentraci fosforečnanů 0,5 mg/l.

Elektrochemické senzory pro měření koncentrace kyslíku v tekutém olovu

Bc. Irina Episheva

Ročník studia: M1

Školitel: Ing. Mariana Arnoult Růžičková, Ph.D.

Tato práce se zabývá kyslíkovými senzory používanými pro měření a regulaci koncentrace rozpuštěného kyslíku v těžkých kapalných kovech (HLM), zejména v kapalném olovu, které je perspektivním chladičem pro jaderné systémy IV. generace typu LFR (Lead Fast Reactor). Udržování vhodné koncentrace kyslíku je zásadní pro zajištění korozní odolnosti konstrukčních materiálů.

V této práci je popsána konstrukce a funkce potenciometrických kyslíkových senzorů založených na tuhém elektrolytu z YSZ a jednotlivé typy referenčních elektrod používaných v systémech s kapalným olovem a LBE (Pt/air, Bi/Bi₂O₃, Cu/Cu₂O aj.). Dále je uveden princip elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS), která umožňuje ověřit funkčnost senzorů in-situ přímo v kapalném olovu a vyhodnotit jejich chování pomocí ekvivalentních elektrických obvodů.

Optimalizace a zpřesnění zařízení pro řízení velmi nízkých koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodných roztocích

Bc. Jakub Bernad

Ročník studia: M1

Školitel: doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

V průběhu některých experimentů, zejména těch zabývajících se dlouhodobým studiem korozních procesů ve vodném prostředí, je nezbytné regulovat koncentraci rozpuštěného kyslíku. Cílem této práce bylo dále optimalizovat a zdokonalit námi navržený a zkonstruovaný řídicí systém.

Hlavní součástí práce byla hardwarová optimalizace zařízení, zahrnující detekci a následnou korekci nestability systému, čehož bylo primárně dosaženo výměnou řídicích relé za SSR. Následně byla provedena dlouhodobá analýza stability zařízení.

Původní výsledky indikovaly značnou latenci celého systému. Do zařízení byl integrován míchací systém pro její snížení, čímž bylo dosaženo vyšší přesnosti regulace koncentrace rozpuštěného kyslíku.

Konstanty PID regulátoru byly kontinuálně adjustovány pro dosažení optimálního průběhu koncentrační křivky rozpuštěného kyslíku při dlouhodobém procesu. Byly pozorovány reakce systému na změny stavu vstupů, zejména průtoku argonu.

Současně došlo k ekonomizaci provozu zařízení dosažením značného snížení spotřeby technického argonu – aplikované softwarové řešení ji snižuje o více než polovinu.

Systém je po veškerých úpravách plně připraven pro aplikaci při přípravě vodných roztoků s řízeným obsahem rozpuštěného kyslíku pro dlouhodobé korozní experimenty.

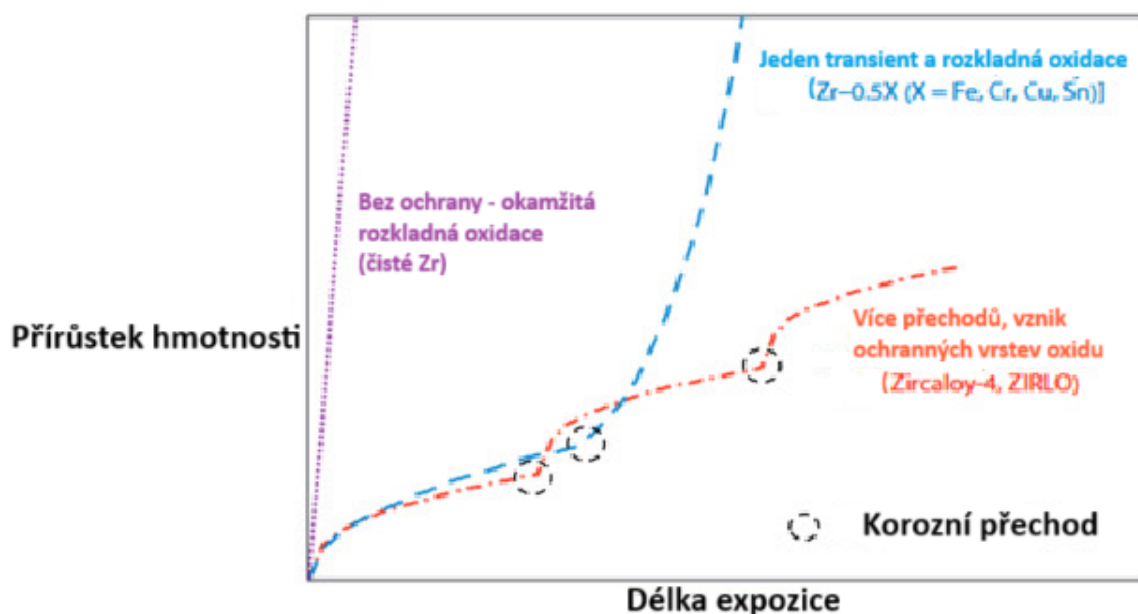
Anotace diplomové práce: Charakterizace korozních vrstev na slitinách zirkonia

Bc. Karolína Česneková

Ročník studia: M2

Školitel: prof. Ing. Jan Macák, CSc.

Zirkoniové slitiny, zejména typů Zr-Sn-Nb a Zr-Nb, patří k hlavním konstrukčním materiálům používaným v jaderné energetice pro obaly palivových proutků díky jejich nízkému účinnému průřezu pro zachyt neutronů a vysoké korozní odolnosti. Diplomová práce se zaměřuje na studium vývoje oxidických a korozních vrstev vznikajících na vzorcích těchto slitin při dlouhodobé expozici v autoklávu simulující tlak a teplotu v prostředí jaderného reaktoru (3-294 dní). Hlavní experimentální metodou byla elektrochemická impedanční spektroskopie (EIS), pomocí které byly sledovány změny přenosových vlastností oxidických vrstev v závislosti na době oxidace. Získaná data umožnila vyhodnotit souvislost mezi rezistivitou, dielektrickou konstantou a tloušťkou oxidační bariéry v závislosti na době expozice. Výsledky mohou přispět k hlubšímu porozumění mechanismům korozní degradace zirkoniových slitin zejména v průběhu kinetického transientu, ke kterému ve vysokoteplotním prostředí dochází u všech typů Zr slitin. V důsledku mohou být využity při optimalizaci složení a tepelného zpracování materiálů pro vývoj pokročilých palivových obalů typu ATF (Accident-Tolerant Fuels).



Závislost pasivních vlastností na stavu povrchu korozivzdorné oceli

Bc. Kryštof Matůš

Ročník studia: M1

Školitel: doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Práce se zabývá porovnáním vlivu zpracování povrchu na elektrochemické charakteristiky korozivzdorné oceli v korozním prostředí. Pro experimenty byly připraveny tři typy úpravy povrchu vzorků z korozivzdorné oceli AISI 304, a to povrch po obrábění, broušený povrch a leštěný povrch. Reliéf povrchu byl kontrolován měřením na profilometru. Dále byly vzorky připraveny pro elektrochemická měření navařením kontaktů a zalitím do nevodivého materiálu. Vlastní elektrochemické testy spočívaly v expozici vzorků ve vodném roztoku NaCl za pokojové teploty a za volného přístupu vzduchu, kde nejprve byl ustalován volný korozní potenciál po dobu několika minut a následně proveden potenciodynamický test, typicky v rozsahu od -800 mV do $+800$ mV oproti volnému potenciálu. V práci jsou porovnány výsledné závislosti i stav povrchu vzorků po expozicích dokumentovaný na optickém mikroskopu.

Korozní odolnost a vlastnosti povrchů 3D tištěných korozivzdorných ocelí

Bc. Ondřej Michal

Ročník studia: M2

Školitel: doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Povrchová struktura a vlastnosti 3D tištěných kovových materiálů se výrazně liší od konvenčně připravovaných kovů, přičemž tyto rozdíly závisí na použité technologii tisku. Předmětem studie je austenitická ocel 316L, běžně využívaná v chemickém a petrochemickém průmyslu. Materiál byl vytištěn metodou Fused Deposition Modeling (FDM), při níž je ocel ve formě prášku rozptýlena v polymerním pojivu. Po vytištění objektu následuje termochemické odstranění pojiva a sintrace kovového prášku, čímž se dosahuje čistě kovového charakteru materiálu. Tento proces vede ke zmenšení objemu vzorku přibližně o 20 %. Cílem práce je analyzovat povrchovou strukturu a základní korozní vlastnosti materiálu vyrobeného tímto způsobem a následně je porovnat s konvenční metodou a s metodou Selective laser melting (SLM), které se běžné používá na 3D tisk kovových materiálů.

Mapování energetických toků a návrh snižování spotřeby energií pro veřejný sektor

Bc. Robin Havelka

Ročník studia: M1

Školitel: Ing. Josef Farták, Ph.D.

Efektivní nakládání s energiemi ve veřejném sektoru představuje důležitý předpoklad pro snižování provozních nákladů i environmentálních dopadů. Rostoucí ceny energií a tlak na udržitelnost zvyšují potřebu systematicky vyhodnocovat spotřebu v jednotlivých objektech a hledat možnosti úspor.

Práce se zaměřuje na analýzu a vyhodnocení spotřeby energií ve vybraných objektech veřejného sektoru, například v budovách základních a mateřských škol, kulturních zařízeních, botanické zahradě a sportovním centru. Cílem je zmapovat současný stav, shromáždit a sjednotit dostupná data o energetické spotřebě tak, aby byla srovnatelná napříč jednotlivými objekty a typy služeb. Na základě této analýzy jsou objekty vzájemně porovnány a identifikovány případné odchylky, které mohou poukazovat na neefektivní provoz či zvýšené energetické ztráty. Dále jsou určena hlavní místa s potenciálem úspor a navržena sada opatření vedoucích ke snížení spotřeby energií. Navržená opatření zahrnují jak technické úpravy, tak organizační změny, přičemž jejich přínosy a náročnost jsou orientačně vyhodnoceny. Výstupem práce je přehledný soubor poznatků a návrhů směřujících k efektivnějšímu a udržitelnějšímu využívání energií ve veřejných budovách.

Studium korozních vrstev na slitině Zr-Nb-Sn po testu LOCA (Loss of Coolant Accident)

Šimon Vančata

Ročník studia: B3

Školitel: prof. Ing. Jan Macák, CSc.

Slitiny zirkonia jsou díky svým mechanickým vlastnostem, odolnosti proti korozi a nízké absorpci neutronů používány pro pokrytí palivových článků v tlakovodních jaderných reaktorech (PWR). U jaderných reaktorů se musí přísně dbát na bezpečnost, proto je nutné znát chování těchto slitin při kritických podmínkách, jako je třeba teplota vysoce nad provozním limitem. Jedním z nehodových scénářů je LOCA (Loss of Coolant Accident), kdy do primárního okruhu elektrárny není čerpána chladící voda a slitiny zirkonia podléhají za zvyšující se teploty silné oxidaci. Při reakci je uvolňováno teplo a značné množství vodíku. LOCA testy simulují tyto podmínky, při nichž mimo intenzivní vysokoteplotní oxidace dochází také k degradaci mechanických vlastností. Tloušťka oxidické vrstvy rychle roste a vznikají v ní mikrotrhliny a póry. Cílem testů je pochopit, jak se mění vlastnosti materiálu a jeho schopnost odolat prasknutí.

Tato práce byla zaměřena na studium vzorků po testech LOCA, prováděných na UJP Praha. K tomu byla využita elektrochemická impedanční spektroskopie (EIS). Během práce bylo vyvíjeno optimální uspořádání cely pro ex-citu měření, hodnocen byl například způsob zatěsnění vzorku. Z impedančních parametrů byly identifikovány změny v morfologii a další vlastnosti korozních vrstev.

Analýza oxidických vrstev vytvořených na korozivzdorných ocelích v superkritických podmínkách

Bc. Šimon Veselý

Ročník studia: M1

Školitel: doc. RNDr. Petr Sajdl CSc.

Práce se zabývá analýzou oxidických vrstev vzniklých na korozivzdorných ocelích při působení superkritické vody v autoklávových smyčkách. Dvě dvojice vzorků ze slitin 800H a 310S byly exponovány při 380 °C a 500 °C v prostředí se 150 ppb rozpuštěného kyslíku. Tyto podmínky simulují rozdílnou korozní agresivitu u materiálů uvažovaných pro konstrukce pracující s vodou za superkritických podmínek. Po expozici byly vzorky ultrazvukově a chemicky očištěny a analyzovány metodou rentgenové fotoelektronové spektroskopie (XPS). Hloubkové profily byly získány postupným odprašováním argonovým iontovým dělem, které umožnilo sledovat vývoj složení s hloubkou a odhadnout tloušťku oxidických vrstev. Vyhodnocení se zaměřuje na porovnání chemického složení a charakteru vrstev v závislosti na teplotě expozice. Cílem je popsat klíčové rozdíly mezi 380 a 500 °C a přispět k pochopení korozního chování 800H a 310S v superkritických podmínkách.

Mikrostruktura 3D tištěné oceli 316 L

Tomáš Gromnanský

Ročník studia: B3

Školitel: Ing. Mariana Arnoult Růžicková, Ph.D.

Nerezová ocel 316L je v jaderné energetice materiálem, ceněným pro svou spolehlivost. Její hlavní výhodou je odolnost vůči korozi a nízký obsah uhlíku, díky čemuž si zachovává integritu i po svařování. Využívá se hlavně k výrobě komponentů, kupříkladu ventilů, čerpadla a potrubí. Pro tento materiál se 3D tisk stává alternativou výroby z několika možných výhod. Aditivní výroba umožňuje vyrobit kritické komponenty rychleji, čímž může zkrátit dobu odstávek. Dále dokáže konsolidovat složité sestavy do jediného kusu, který by byl konvenčně nevyrobitelný. Z ekonomického hlediska je 3D tisk méně nákladný než tradiční postupy. Tato práce byla věnována přípravě postupu pro analýzu mikrostruktury a fází přítomných v materiálu.

Porovnání vlivu koncentrace kyslíku na korozní chování oceli 310S v prostředí superkritické vody pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie.

Bc. Viachaslau Radzeuski

Ročník studia: M2

Školitel: Ing. Mariana Arnoult Růžičková, Ph.D.

Tato práce se zabývá stanovením vlivu koncentrace kyslíku na korozní chování austenitické oceli 310S v prostředí superkritické vody. V rámci experimentální části byly porovnávány hmotnostní přírůstky dvou elektrod z oceli 310S, exponovaných samostatně při koncentracích kyslíku 150 ppb a 5 ppm po dobu 1000 hodin v prostředí superkritické vody při teplotě 500 °C a tlaku 250 bar. K určení hmotnostních přírůstků byla využita metoda elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS).

Vlastnosti superkritické vody za různých podmínek

Vojtěch Berka

Ročník studia: B2

Školitel: doc. RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Vlastnosti vody se mění při přechodu přes kritický bod, kde dochází k fázové změně. Nadkritické podmínky však zahrnují širokou škálu hodnot teplot a tlaků, z nichž některé budou odpovídat provozním podmínkám budoucích energetických zařízení. Poznání detailů vlastností superkritické vody za různých tlaků a teplot je důležité při interpretaci stavu protektivních oxidických vrstev vytvořených za těchto podmínek. Práce se zabývá porovnáním publikovaných vlastností superkritické vody při různých tlacích a teplotách a detaily fázového přechodu mezi podkritickým a nadkritickým stavem.

Analýza paliv pro provoz multipalivových kotlů I

Bc. Vojtěch Fiala

Ročník studia: M1

Školitel: doc. Ing. Michael Pohořelý, Ph.D.

Z důvodu postupného ústupu od fosilních zdrojů energie, zejména uhlí, vzniká na energetickém trhu mezera, kterou je třeba efektivně nahradit. Jedním z perspektivních řešení jsou moderní multipalivové kotle, schopné spalovat široké spektrum paliv, jako jsou tuhá alternativní paliva (TAP), biomasa či čistírenské kaly (ČK). Většina těchto paliv pochází z obnovitelných zdrojů nebo je vyráběna z odpadních materiálů, které by jinak zatěžovaly životní prostředí.

V rámci projektu TAČR TS02030023 (2025–2030), zaměřeného na provoz multipalivových kotlů a následnou separaci CO₂ pomocí membránové technologie, je nezbytné detailně znát složení použitých paliv. Tyto informace jsou klíčové pro optimalizaci provozu kotle i návrh čistící trati. Membránová separace je velmi citlivá na složení spalín, a proto je nutné jejich hluboké čištění.

Práce se zaměřuje na hodnocení palivo-energetických vlastností uvedených paliv dle platných norem v období od září do listopad 2025. Posuzovány budou zejména parametry, jako je obsah vlhkosti, popela, chloru, rtuti, síry, těžkých kovů a živin (v biomase a kalech), dále pak výhřevnost a tavitelnost popela.