



FAKULTA
CHEMICKÉ TECHNOLOGIE
VŠCHT PRAHA

Ústav anorganické
technologie

Studentská Vědecká Konference

2025

20.11.2025

SBORNÍK ANOTACÍ

Ústav anorganické technologie

ÚSTAVNÍ KOORDINÁTOR

doc. Ing. Miloslav Lhotka, Ph.D.

SEZNAM SEKČÍ

1. [Ústav anorganická technologie I](#)
2. [Ústav anorganické technologie II](#)
3. [Ústav anorganické technologie III](#)

Začátek konference: čtvrtek 20.11. 2025 od 9:00 hodin.

Setkání zástupců podniků bude od 8:30 hodin v pracovně vedoucího Ústavu anorganické technologie, místnost číslo 25, přízemí budovy A.

SPONZOŘI - ÚSTAV ANORGANICKÁ TECHNOLOGIE



Ústav anorganické technologie I

MÍSTO: MÍSTNOST A 25A

KOMISE

Prof. Dr. Ing. Vlastimil Fíla (předseda)

Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.

Doc. Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

Ing. Milan Bernauer, Ph.D.

PROGRAM

09:00 **zahájení**

09:00 [Bc. Jiří Janků](#) (M2, doc. Ing. Martin Zlámal, Ph.D.)

Čištění solanky pomocí nanofiltrace

09:15 [Šimon Vohlídal](#) (B3, doc. Ing. Martin Zlámal, Ph.D.)

Příprava anorganických membrán pro separace v kapalně fázi a jejich charakterizace

09:30 [Bc. David Kocúrek](#) (M1, Doc. Ing. Miloslav Lhotka, PhD.)

Chemické zpracování solné strusky ze sekundární výroby hliníku

9:45 [Bc. Martin Koldínský](#) (M1, Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.)

Možnosti využití červeného sádrovce

10:00 [Bc. David Palán](#) (M1, Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.)

Chování iontů železa při neutralizaci štěpné kyseliny sírové

10:15 [Adam Hošek](#) (B3, Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.)

Studium loužení recyklační drtě z fotovoltaických panelů

10:30 [Anton Klubničkin](#) (B3, doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.)

Recyklace platiny a následné využití při galvanickém pokovování

vyhlášení výsledků

Čištění solanky pomocí nanofiltrace

Bc. Jiří Janků (M2)

Školitel: doc. Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

V chlor-alkalickém průmyslu, při membránové elektrolýze, vzniká jako vedlejší proud ochuzená solanka, tj. koncentrovaný roztok NaCl, který může obsahovat síranové anionty a další nežádoucí nečistoty. Opětovné využití tohoto roztoku vede k postupnému nárůstu koncentrace síranu v technologickém okruhu, což negativně ovlivňuje životnost iontově selektivních membrán a efektivitu procesu. Tradiční metody odstraňování síranů, jako je srážení nebo odpouštění části solanky, jsou často neefektivní, nákladné nebo environmentálně zatěžující. Nanofiltrace se nabízí jako alternativa pro selektivní odstranění síranových aniontů z koncentrované solanky. Nanofiltrace je tlakový membránový proces, který využívá polopropustnou porézní membránu k separaci vícemocných iontů a organických látek z vodných roztoků na základě jejich velikosti, náboje a interakce s povrchem membrány, přičemž hnací silou je tlakový gradient. Tato práce se zaměřuje na experimentální ověření účinnosti membránového modulu s dutými vlákny při separaci síranových aniontů z roztoku NaCl a na zhodnocení vlivu koncentrace SO_4^{2-} , provozních podmínek a vlastností membrány na rejekční faktory síranových a chloridových aniontů.

Příprava anorganických membrán pro separace v kapalně fázi a jejich charakterizace

Šimon Vohlídal (B3)

Školitel: doc. Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

Na rozdíl od běžně používaných polymerních membrán vykazují anorganické membrány vysokou chemickou a tepelnou stabilitu, díky čemuž mohou být využívány i pro separaci roztoků a suspenzí s extrémními hodnotami pH nebo při zvýšených teplotách. Tato odolnost navíc umožňuje jejich intenzivnější regeneraci a delší životnost v porovnání s organickými materiály. Cílem této práce bude zvolit vhodný anorganický materiál (např. Al_2O_3 , SiO_2 aj.) pro přípravu membrány. Z vybraného materiálu bude nejprve připravena suspenze („pasta“) vhodná pro nanášení membránové vrstvy, která bude následně odlita nebo nanesena na nosič. Po vysušení bude membrána vypálena při zvolené teplotě, čímž dojde k vytvoření pevné, porézní struktury. Charakterizace připravené membrány bude provedena pomocí různých analytických metod. Porozita a velikost pórů budou určeny rtuťovou porozimetrií, morfologie povrchu a struktura vrstev bude sledována pomocí elektronové mikroskopie (SEM) a fázové složení materiálu bude analyzováno pomocí rentgenové difrakce (XRD). Tyto metody umožní komplexní posouzení strukturních a separačních vlastností připravené membrány.

Chemické zpracování solné strusky ze sekundární výroby hliníku

Bc. David Kocúrek (M1)

Školitel: Doc. Ing. Miloslav Lhotka, PhD.

Hliník je jedním z nejvíce využívaných kovů díky svým vlastnostem, jako je pevnost a odolnost vůči korozi. Recyklace hliníkového odpadu (sekundární výroba hliníku) přináší mnoho výhod pro ekonomiku a udržitelný rozvoj. Většina hliníkového odpadu lze znovu přepracovat tavením za pomoci tzv. tavících solí na bázi halogenidů. Výsledkem tavícího procesu je surový hliník, který se odlévá do forem a jako odpad vzniká solná struska, jejíž obsah je výrazně ovlivněn použitím tavících solí a složením recyklovaného materiálu. Pro své toxické vlastnosti je tato struska poměrně nebezpečným a problematickým odpadem. Cílem práce bylo nalezení postupů, které solnou strusku dostatečně stabilizují k bezpečnému uložení na skládku odpadů. Jako jedna z velice efektivních metod se jeví loužení jemné frakce solné strusky vodou či zásaditým loužicím činidlem za vzniku plynných produktů, odpadního roztoku a stabilizované strusky. Výsledky laboratorních experimentů ukazují, že druh loužicího činidla, jeho teplota a velikosti částic vstupní strusky mají významný vliv na rychlost procesu stabilizace solné strusky.

Možnosti využití červeného sádrovce

Bc. Martin Koldínský (M1)

Školitel: Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.

Cílem práce bylo ověřit možnost přepracování červeného sádrovce na hydroxid vápenatý, který následně může reagovat s oxidem uhličitým za vzniku uhličitanu vápenatého. Práce se zaměřuje jak na optimalizaci podmínek pro tvorbu hydroxidu vápenatého, tak na následnou reakci těchto systémů s oxidem uhličitým. Experimentálně byly studovány dvě varianty: reakce červeného sádrovce s hydroxidem sodným a následné probublávání oxidu uhličitého reakční směsí a reakce vysušeného meziprojektu v prostředí se zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého, sledovaná jako časová řada. Získaná data poskytují přehled o přeměnách fází při obou reakcích a umožňují popsat proces vzniku uhličitanu vápenatého z odpadního červeného sádrovce.

Chování iontů železa při neutralizaci štěpné kyseliny sírové

Bc. David Palán (M1)

Školitel: Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.

Tato práce se zabývá chováním iontů železa při neutralizaci štěpné kyseliny sírové, která vzniká jako vedlejší produkt při výrobě titanové běloby síranovým procesem. Štěpná kyselina sírová obsahuje veškeré ionty železa v rozpuštěné formě. Cílem této práce bylo popsat chování iontů železa v kapalně i pevné fázi během neutralizace této kyseliny hydroxidem sodným za různých reakčních podmínek. Neutralizace probíhala v míchaném izotermním polovsádkovém reaktoru do různých hodnot pH, při odlišných teplotách a v prostředí s přítomností nebo nepřítomností kyslíku. Koncentrace železnatých iontů (Fe^{2+}) v kapalně fázi byla stanovována spektrofotometricky fenantrolinovou metodou, zatímco pevné produkty vznikající během neutralizace byly charakterizovány pomocí rentgenové difrakční analýzy (XRD), rentgenové fluorescenční analýzy (XRF) a Ramanovy spektroskopie. Práce se zaměřuje na popis chování iontů železa v závislosti na pH a oxidačních podmínkách a na jejich vliv na vznik a složení pevných fází během laboratorní neutralizace štěpné kyseliny sírové.

Studium loužení recyklační drtě z fotovoltaických panelů

Adam Hošek (B3)

Školitel: Ing. Ivona Sedlářová, Ph.D.

Kvůli končící životnosti nejstarších solárních elektráren v České republice se začíná stále věnovat větší pozornost recyklaci fotovoltaických panelů. Vedle dnes již známých možností recyklace se zkoumá i možnost chemického loužení a opětovného zisku vzácných kovů obsažených ve fotovoltaických panelech. V této úvodní práci je cílem sledování průběhu chemického rozkladu recyklační drtě v závislosti na měnících se reakčních podmínkách. Drť byla získána z recyklační linky, kde se panely zpracovávají mechanicky – drcením, mletím a tříděním na sítích. Zkoumaný vzorek představuje poslední frakci nejmenších částic se zvýšeným obsahem kovů. Loužení probíhalo ve vsádkovém uspořádání za konstantní teploty. Postupně byl sledován vliv použitého loužicího činidla, doby reakce, teploty a koncentrace loužicího činidla na průběh loužení. Na základě získaných výsledků měření bude následovat hledání optimálních podmínek, při kterých bude chemický rozklad co nejefektivnější.

Recyklace platiny a následné využití při galvanickém pokovování

Anton Klubničkin (B3)

Školitel: doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.

Recyklace drahých kovů, zejména platiny, představuje důležitý krok směrem k udržitelným technologiím. Platinové kovy jsou finančně nákladné a jejich primární těžba je spojena s environmentální zátěží. Opětovné využití platiny tak snižuje dopady na životní prostředí a zároveň přináší ekonomickou úsporu. Tato práce se zaměřuje na proces recyklace platiny a možnosti jejího využití při galvanickém pokovování. Cílem je posoudit schůdnost zpracování recyklovaného materiálu, optimalizovat jednotlivé kroky a ověřit jeho aplikovatelnost v praxi. Jednou z významných oblastí využívání platinových kovů jsou PEM palivové články a PEM elektrolýza vody. K recyklaci byla použita odpadní suspenze vznikající při nanášení katalytických vrstev na membrány a elektrody. Přestože je označována jako odpad, stále obsahuje významné množství katalyzátoru 40 % Pt na uhlíku pro další přepracování. Tuto suspenzi lze zpracovat separací sušiny s následným loužením za vysokých teplot v kyselině chlorovodíkové s přídavkem kyseliny dusičné. Po separaci tuhých zbytků získáme roztok s obsahem kyseliny hexachloroplatičité, která tvoří klíčovou složku galvanické lázně pro platinové pokovování. Optimální složení platinovací lázně bude předmětem výzkumu s cílem zajistit vhodnou depozici platiny na titan. Poplatinovaný titan nalézá široké uplatnění v elektrochemických aplikacích.

Ústav anorganická technologie II

MÍSTO: MÍSTNOST A032

KOMISE

Prof. Dr. Ing. Josef Krýsa (předseda)

Doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.

Ing. Šárka Paušová, Ph.D.

Ing. Michal Baudys, Ph.D.

PROGRAM

09:00 **zahájení**

09:00 [Bc. Barbora Radová](#) (M1, prof. Dr. Ing. Josef Krýsa)

CuWO₄ fotoelektrody pro fotoelektrochemické aplikace

09:15 [Bc. Petr Hladík](#) (M2, Ing. Šárka Paušová, Ph.D.)

Syntéza dopovaných BiOBr a použití pro degradaci polutantů

09:30 [Klára Vydrželová](#) (B3, Ing. Šárka Paušová, Ph.D.)

Fotokatalytické odstraňování farmak z odpadních vod pomocí katalyzátorů BiOX

09:45 [Bc. Anežka Karafiátová](#) (M2, Ing. Michal Baudys, Ph.D.)

Fotokatalytické odstraňování NO_x na pěnové keramice s vrstvou TiO₂

10:00 [Bc. Jan Čada](#) (M2, Doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.)

Elektrochemická oxidace ve vodě rozpustných jodbenzenů

10:15 [Bc. Petr Kortan](#) (M2, Doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.)

Optimalizace elektrochemické výroby 2-jodylbenzoové kyseliny

10:30 [Michaela Křečková](#) (B3, doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.)

Elektrochemická oxidace monosacharidů

10:45 [Bc. Ondřej Šoura](#) (M1, doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.)

Využití 3D tisku pro zakrytí dílů před povrchovou ochranou

vyhlášení výsledků

CuWO₄ fotoelektrody pro fotoelektrochemické aplikace

Bc. Barbora Radová (M1)

Školitel: prof. Dr. Ing. Josef Krýsa

Konzultant: Ing. Tomáš Imrich

Polovodiče typu n na bázi oxidů kovů jsou perspektivní materiály s využitím ve fotoelektrochemických procesech jako fotoelektrochemický rozklad vody, degradace organických látek anebo fotoelektrochemické syntézy (např. I₂, Br₂ a Cl₂). Značná část pozornosti byla věnována fotoanodám připraveným z binárních oxidů přechodných kovů, jako je například CuWO₄. Výhodou CuWO₄ s relativně nižší hodnotou zakázaného pásu (2,2 eV) je možnost využití až 28 % solární energie ($\lambda \leq 564$ nm). Studie byla zaměřena na optimalizaci přípravy mechanicky stabilních vrstev CuWO₄ s vysokými hodnotami fotoproudu optimalizováním teplot depozice a tloušťky vrstev. CuWO₄ vrstvy byly připravovány sprejovou pyrolýzou při 250–500 °C na skle s vrstvou fluorem dopovaného oxidu cínitého (FTO), prekurzor byl roztok kyseliny peroxowolframové se stechiometrickým množstvím chloridu měďnatého. Vrstvy byly následně charakterizovány použitím různých fyzikálních a fotoelektrochemických metod. Optimalizované vrstvy CuWO₄ s tloušťkou okolo 3,9 μm byly mechanicky stabilní s hustotou fotoproudu 0,54 mA/cm² při 1,45 V vs. Ag/AgCl při použití solárního simulátoru (100 mW/cm²) s AM1,5 filtrem.

Syntéza dopovaných BiOBr a použití pro degradaci polutantů

Bc. Petr Hladík (M2)

Školitel: Ing. Šárka Paušová, Ph.D.

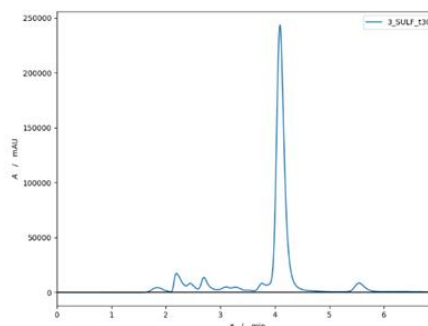
Znečištění vod celou řadou polutantů je stále aktuálnější problém. Proto je důležité nalézt metody, kterými polutanty účinně odstranit. Heterogenní fotokatalýza v suspenzi či na vrstvě představuje jednu z nadějných možností. V dnešní době jsou nejpoužívanější fotokatalyzátory na bázi TiO_2 . S energií zakázaného pásu 3,2 eV dosahuje TiO_2 fotokatalytických vlastností v UV oblasti záření, což je jeho hlavní nevýhodou. Nadějnou alternativou by mohly být BiOBX ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), konkrétně BiOBr . Jedná se o stabilní, netoxický a nekorozivní fotokatalyzátor s energií zakázaného pásu 2,6 eV, a je tedy fotoaktivní i ve viditelné části spektra. Tato práce se zabývá syntézou BiOBr hydrolýzou a jeho dopací v literatuře popisovanými dopanty. Cílenou dopací BiOBr je možné zvýšit fotokatalytickou aktivitu katalyzátoru. Oproti literatuře je v rámci této práce snaha dopace dosáhnout ekologičtější syntézním postupem bez použití organických rozpouštědel. Aktivita připravovaných katalyzátorů je sledována na degradaci modelového polutantu 4-chlorfenolu a porovnávána s nedopovaným BiOBr .

Fotokatalytické odstraňování farmak z odpadních vod pomocí katalyzátorů BiOX

Klára Vydrželová (B3)

Školitel: Ing. Šárka Paušová, Ph.D.

V práci jsem se zabývala problematikou odstraňování léčiv z odpadních vod. Farmaka představují významnou skupinu mikropolutantů, které běžné čistírny odpadních vod nedokáží účinně odstraňovat. Fotokatalýza se jeví jako jedna z vhodných metod pro jejich odstraňování. Využívá působení UV záření na polovodičový materiál, čímž dochází ke vzniku vysoce reaktivních látek, které jsou schopné rozkládat organické látky na jednodušší sloučeniny, v ideálním případě až na CO₂, H₂O a případné anorganické sole. Tato práce se zaměřuje na syntézu katalyzátorů BiOX (oxohalogenidy bismutu) a porovnání jejich účinnosti s komerčně dostupným TiO₂ při degradaci různých farmaceutických preparátů. Dále byla vyvinuta metodika stanovení antibiotika Sulfathiazol pomocí HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie).



Fotokatalytické odstraňování NO_x na pěnové keramice s vrstvou TiO_2

Bc. Anežka Karafiátová (M2)

Školitel: Ing. Michal Baudys, Ph.D.

Emise oxidů dusíku (NO_x) vznikají hlavně z mobilních zdrojů a veřejné energetiky a škodí zdraví i životnímu prostředí. Zajímavou metodou pro odstranění těchto emisí ze vzduchu je heterogenní fotokatalýza. NO_x jsou na povrchu fotokatalyzátoru oxidovány do formy dusičnanů, které jsou následně ze vzorku opláchnuty. Tato práce se zabývala využitím pěnové keramiky, která díky své otevřené a porézní struktuře představuje slibný nosič fotokatalyzátoru. Cílem práce bylo stanovení rychlosti fotokatalytické degradace NO_x z plynné fáze, metodika měření vycházela z normy ISO-22197-1. Na povrch vzorku ve formě válečků byla nasprejována vrstva komerční disperze TiO_2 . Výsledky byly porovnány s měřeními na planárních vzorcích s obdobným množstvím TiO_2 . Dalšími sledovanými parametry byl vliv relativní vlhkosti testovacího plynu a délka vzorku ve fotoreaktoru. Bylo zjištěno, že při použití pěnové keramiky je díky většímu povrchu odstraněno více NO_x . Při nárůstu relativní vlhkosti byl pozorován mírný pokles fotokatalytické aktivity kvůli vývoji nežádoucího NO_2 . Vliv délky vzorku v reaktoru byl zkoumán měřením s různým počtem (1-4) válečků ve fotoreaktoru, ukázalo se, že k největšímu úbytku NO_x dochází na prvním válečku. Regenerací vzorků v destilované nedocházelo k poškození vrstvy TiO_2 .

Elektrochemická oxidace ve vodě rozpustných jodbenzenů

Bc. Jan Čada (M2)

Školitel: Doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.

Elektrochemická syntéza představuje moderní přístup, který nabízí oproti klasickým syntetickým metodám řadu výrazných výhod. Její hlavní předností je možnost provádět reakce za mírných podmínek, tedy při běžné teplotě a tlaku. Elektrochemicky lze také generovat řadu λ^3 -a λ^5 -jodanů. Tyto látky jsou v organické syntéze známy jako environmentálně nezávadná selektivní oxidační činidla. Jejich širšímu využití v praxi však brání jejich vysoká cena a omezená stabilita. Zároveň je většina jodanů i jejich prekurzorů velmi špatně rozpustná ve vodném prostředí. Cílem práce je prostudování možnosti elektrochemické syntézy jodanů rozpustných ve vodě. Rozpustnosti je docíleno přítomností vhodných solubilizujících skupin (fosfonová, sulfonová, kvarterní amoniová skupina). Práce je zaměřena na studium kinetiky a mechanismu oxidace vybraných derivátů jodbenzenu na borem dopované diamantové elektrodě v roztocích obsahujících výrazné zastoupení vody. Zároveň byly provedeny vsádkové elektrolýzy s cílem ověřit vznik požadovaného jodanu a možnosti separace produktů z anolytu po elektrolýze.

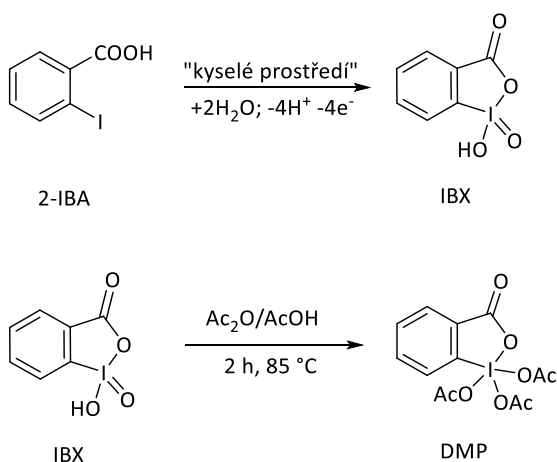
Optimalizace elektrochemické výroby

2-jodylbenzoové kyseliny

Bc. Petr Kortan (M2)

Školitel: Doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.

2-jodylbenzoová kyselina (IBX) se vyznačuje vysokou účinností a selektivitou oxidace, díky čemuž se stala důležitým činidlem v moderní organické syntéze. Umožňuje například přeměnu alkoholů na karbonylové sloučeniny bez nechtěného přeoxidování na karboxylové kyseliny, což je zásadní krok při syntéze léčiv a dalších cenných chemických sloučenin. Klasická příprava IBX je finančně náročná a zároveň riziková, zejména kvůli nestabilitě IBX a nutnosti použití drahých či nebezpečných oxidačních činidel. Tyto problémy by mohla vyřešit elektrochemická syntéza, která odstraňuje potřebu externího oxidačního činidla i práci při zvýšených teplotách, čímž představuje ekonomičtější, ekologičtější a bezpečnější volbu. Výchozí 2-jodbenzoová kyselina (2-IBA) je zde elektrochemicky oxidována na borem dopované diamantové anodě v prostředí vhodného rozpouštědla. Cílem práce je provedení optimalizace elektrochemické přípravy IBX v průtokovém reaktoru, separace pevného IBX i konverze této látky na Dess-Martinovo činidlo (DMP). V rámci práce se podařilo dosáhnout výtěžků IBX přesahujících 85 % a minimalizovat tvorbu nevyžádaných produktů. Z anolytu lze separovat produkt o čistotě až 99 %. Další výzkum bude zaměřen na nalezení podmínek umožňujících zvýšení výtěžnosti pevného IBX a možnosti využití IBX při syntéze Dess-Martinova činidla bez nutnosti izolace pevného IBX.



Elektrochemická oxidace monosacharidů

Michaela Křečková (B3)

Školitel: doc. Ing. Tomáš Bystroň, Ph.D.

Monosacharidy jsou nejjednodušší formy sacharidů. Ve farmacii se využívají při výrobě léčiv buďto jako nosiče účinné látky nebo prekurzory pro její výrobu. V případě prekurzorů je nutné, aby měly definovanou strukturu, které se dosahuje například i za pomoci chemické oxidace. Provedení selektivní chemické oxidace je však synteticky náročné. Pro zajištění správné selektivity reakce je nutné použití chránicích skupin. Řešením tohoto problému by mohlo být využití elektrochemické oxidace, která nabízí široké možnosti při řízení selektivity. Její selektivitu je možno ovlivnit řadou způsobů. Lze zmínit hodnotu elektrodového potenciálu při přímé elektrolýze, složení a pH roztoku nebo materiál pracovní elektrody. Materiál elektrody ovlivňuje způsob, kterým se budou monosacharidy sorbovat na aktivní povrch, tudíž pravděpodobně i mechanismus oxidace. Lze také využít elektrochemicky generovaného mediátoru, jenž následně oxidační vlastnosti monosacharidů. Literatura na téma selektivní elektrooxidace monosacharidů je však poměrně vzácná. Cílem této práce je prostudovat možnosti přímé či mediované selektivní elektrochemické oxidace monosacharidů. V první fázi byla studována anodická oxidace vybraných monosacharidů na zlaté elektrodě v alkalickém prostředí pomocí cyklické voltametrie.

Využití 3D tisku pro zakrytí dílů před povrchovou ochranou

Bc. Ondřej Šoura (M1)

Školitel: doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.

Povrchové ochrany jsou v leteckém průmyslu nedílnou součástí výroby dílů. Ne vždy je však povrchová úprava žádána na celém dílu, a vyplatí se díl před povrchovou úpravou zakrýt. K tomu se běžně využívá maskování. Jsou to většinou zátky nebo pásy z materiálů odolných vůči využívané povrchové úpravě, které zakryjí místa, kde povrchová ochrana není potřeba. Ve firmě Latecoere Czech Republic s.r.o. se však využívá i maskování vytisknuté na 3D tiskárně, které zajistí přesné zakrytí a možnost opakovaného použití. Tato práce se proto zabývá možnostmi tvorby maskování pro povrchové úpravy na 3D tiskárně a zajištění efektivní funkce tohoto maskování. Maskování byla tisknuta na tiskárnách Trilab DeltiqL a Deltiq2 a na tiskárně Prusa CORE One. Jako materiál pro tisk byly používány filamenty Filamentum ASA, Filamentum TPE 90A a Filamentum TPU 98A. Maskování byla zkoušena dle povrchových úprav dílu, pro který bylo maskování vytvořeno. V prezentaci budou diskutovány výhody a nevýhody různých materiálů pro tisk maskování, řešení problémů při jejich tisku a účinnost takto vytisknutých maskování.

Ústav anorganická technologie III

MÍSTO: MÍSTNOST A

KOMISE

Doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D. (předseda)

Ing. Daniel Budáč, Ph.D.

Ing. Roman Kodým, Ph.D.

Ing. Michal Carda, Ph.D.

PROGRAM

09:00 **zahájení**

09:00 [Vojtěch Vejvoda](#) (B3, doc. Ing. Jaromír Hnát Ph.D.)

Optimalizace přípravy NiCoP katalyzátoru pro vývoj vodíku

09:15 [Bc. Adam Fiedler](#) (M2, Ing. Roman Kodým, Ph.D.)

Multidimenzionální matematické modelování vlivu typu separátoru na transport hmoty a náboje v cele elektrolyzéru pro alkalickou elektrolýzu vody

09:30 [Alice Kozická](#) (B3, doc. Ing. Jaromír Hnát Ph.D.)

Vliv funkční skupiny na elektrochemické vlastnosti aniont selektivních membrán

09:45 [Bc. Daniel Vojvoda](#) (M2, doc. Ing. Jaromír Hnát Ph.D.)

Konstrukce a charakterizace alkalického svazkového elektrolyzéru vody

10:00 [Bc. Michal Hotmar](#) (M2, Ing. Martin Prokop, Ph.D.)

Degradace gradovaných katalytických vrstev v PEM palivových článkách

10:15 [Bc. Jan Štrbík](#) (M2, Ing. Martin Prokop, Ph.D.)

Optimalizace výroby katalytických vrstev pomocí slot-die depozice na uhlovodíkové membráně pro PEM palivový článek

10:30 [Matěj Mikeš](#) (B3, Ing. Martin Prokop, Ph.D.)

Degradace slitinových katalyzátorů na bázi platiny ve vysokoteplotním PEM palivovém článku

10:45 [Bc. Ondřej Slavík](#) (M1, Ing. Martin Prokop, Ph.D.)

Aktivita katodových Pt-M katalyzátorů pro vysokoteplotní PEM palivové články

vyhlášení výsledků

Optimalizace přípravy NiCoP katalyzátoru pro vývoj vodíku

Vojtěch Vejvoda (B3)

Školitel: doc. Ing. Jaromír Hnát Ph.D.

Vodík může do budoucna představovat ekologicky udržitelnou alternativu k fosilním palivům, avšak jeho širší využití je limitováno řadou komplikací. Jedním z důvodů je převažující způsob výroby, který vychází z fosilních zdrojů. Bezemisní způsob výroby vodíku je možný například elektrolýzou vody, jež je však energeticky náročná. Pro zmírnění energetických nároků lze použít katalyzátor, který sníží přepětí pro požadovanou elektrochemickou reakci. Katalyzátory na bázi směsných fosfidů Ni a Co jsou dnes intenzivně zkoumanými katalyzátory pro jejich aktivitu pro reakci vývoje vodíku a stabilitu v alkalickém i kyselém prostředí. Práce se zaměřuje na optimalizaci přípravy NiCoP katalyzátoru pomocí elektrochemické depozice. Optimalizovanými parametry depozice byly doba trvání, teplota, proudová hustota a režim proudové zátěže. Pro porovnání aktivity katalytických vrstev byly pomocí metod elektrochemické impedanční spektroskopie a lineární voltametrie vyhodnoceny parametry přepětí při proudové hustotě $10 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ a výměnná proudová hustota. Bylo zjištěno, že s rostoucí teplotou depozice roste mechanická stálost vrstvy, ale také přepětí. Jako optimální byla stanovena katalytická vrstva připravená 1minutovými pulsy po dobu 15 minut, při proudové hustotě $50 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ a při 30°C .

Multidimenzionální matematické modelování vlivu typu separátoru na transport hmoty a náboje v cele elektrolyzéru pro alkalickou elektrolýzu vody

Bc. Adam Fiedler (M2)

Školitel: Ing. Roman Kodým, Ph.D.

S rostoucím využitím obnovitelných zdrojů energie (OZE) dochází rovněž i k nárůstu významu alkalické elektrolýzy vody (AEV) a jejího výzkumu. Tato technologie umožňuje využít přebytky produkce elektrické energie z OZE pro výrobu velmi čistého vodíku, a tím docílit vyšší efektivity využití OZE. Pro úspěšné rozšíření AEV je třeba zajistit její dostatečnou flexibilitu, bezpečnost a ekonomickou schůdnost. Vyšší flexibility lze dosáhnout snižováním koncentrace KOH elektrolytu z cca 30 hm. % na méně než 5 hm. % a provozní teploty z 80°C na přibližně 25°C. To je možné s použitím stabilních a dobře vodivých aniontově selektivních membrán (ASM) jako alternativního separátoru elektrod. Tato práce se věnuje porovnání AEV s běžně používanou porézní diafragmou a homogenní ASM s pomocí matematického modelování. Byl vyvinut makrohomogenní 1D, 2D i 3D model jedné experimentální cely AEV. Chování elektrolyzéru bylo simulováno za různých provozních teplot (25–40°C) a koncentrací roztoku KOH (1–5 hm. %). Studie ukázala významný vliv typu separátoru na transport hmoty a náboje mezi elektrodami, přičemž byl prokázán pozitivní přínos ASM.

Vliv funkční skupiny na elektrochemické vlastnosti aniont selektivních membrán

Alice Kozická (B3)

Školitel: doc. Ing. Jaromír Hnát Ph.D.

Alkalická membránová elektrolýza vody je jedna z efektivních metod pro produkci bezemisního vodíku. Využívá polymerních aniont selektivní membrán k oddělení elektrod a transportu hydroxidových iontů. Membrána je tvořena nosným polymerním řetězcem, na kterém jsou navázány funkční skupiny s kladným nábojem. Ty určují elektrochemické vlastnosti membrán: iontovou vodivost a iontově výměnnou kapacitu. Iontová vodivost vyjadřuje, jak snadno jsou ionty v membráně transportovány. Závisí na teplotě, iontové výměnné kapacitě, a hlavně na typu transportovaných iontů. V alkalické elektrolýze vody jsou zejména transportovány hydroxidové ionty, v elektrolytu se ale zároveň nachází také uhličitánové anionty, které vznikají rozpuštěním oxidu uhličitého ze vzduchu. Tyto ionty snižují iontovou vodivost membrán a tím také účinnost alkalické elektrolýzy vody. Cílem práce bylo stanovení základních charakteristik aniont selektivních membrán a vyhodnocení vlivu uhličitánových iontů na iontovou vodivost. Iontová vodivost byla naměřena pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie. Podle různých funkčních skupin vychází vodivost membrán v uhličitánovém cyklu o 10 - 70% menší než v hydroxidovém. Z naměřených dat jsme identifikovali membránu, která by mohla být použita v alkalickém elektrolyzáru.

Konstrukce a charakterizace alkalického svazkového elektrolyzéru vody

Bc. Daniel Vojvoda (M2)

Školitel: doc. Ing. Jaromír Hnát Ph.D.

Zelený vodík bude pravděpodobně v budoucnu představovat významnou chemickou surovinu i nosič energie. Průmyslově zavedenou technologií výroby zeleného vodíku je alkalická elektrolýza vody (AEV), která je i přes svou dlouhou historii stále předmětem intenzivního výzkumu a vývoje. Jen malá část výzkumu se však věnuje studiu větších jednotek AEV, či pomocných zařízení. To zásadním způsobem omezuje porozumění chování AEV za komplexních podmínek, zejména s ohledem na proudovou účinnost při různých podmínkách, flexibilitu, a také čistotu produkovaného vodíku. Zároveň omezuje i možnost přenosu laboratorních poznatků do aplikační oblasti. Cílem této práce je vyplnit tuto mezeru konstrukcí a charakterizací bipolárního alkalického svazkového elektrolyzéru s 10 celami. Elektrochemická charakterizace svazku za různých podmínek a analýza vyrobeného vodíku umožní hlubší pochopení AEV a poskytne data pro návrh pomocných zařízení, jako jsou například odlučovače plynů, deoxygenátor, či sušící kolona. V rámci práce byl sestaven bipolární svazek o deseti celách pro AEV, který byl charakterizován pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie a dále výkonově otestován. To umožní vypočítat nutnou velikost odlučovačů plynů, které budou zkonstruovány a optimalizovány z hlediska čistoty plynů.

Degradace gradovaných katalytických vrstev v PEM palivových článcích

Bc. Michal Hotmar (M2)

Školitel: Ing. Martin Prokop, Ph.D.

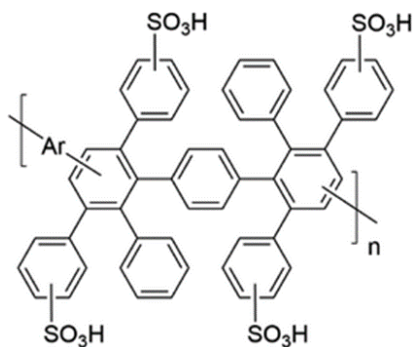
Palivové články s protonově výměnnou membránou představují nízkoemisní zdroj elektrické energie založený na přeměně chemické energie vodíku a kyslíku. Přestože jde o perspektivní technologii, její širší rozšíření limituje zejména omezená životnost vlivem degradace katalytických vrstev, které zároveň patří k nejdražším částem článku. Při provozu palivového článku dochází v katalytické vrstvě katody k nerovnoměrné distribuci kyslíku, což vede k nehomogennímu rozložení lokální proudové hustoty a posléze k degradaci Pt katalyzátoru. Řešením jsou gradované vrstvy s cíleně řízeným rozložením Pt, umožňující efektivnější využití katalytické vrstvy a prodloužení životnosti článku. V rámci této práce byla prováděna akceleroaná degradace inkoustově tištěných katalytických vrstev – gradované i homogenní. Během degradačních cyklů byla průběžně zaznamenávána změna vlastností jednotlivých vrstev v článku pomocí měření zátěžové křivky, elektrochemické impedanční spektroskopie a cyklické voltametrie. Vyhodnocením změn výkonu článku a elektrochemicky aktivního povrchu bylo možné sledovat vývoj degradace v čase a posoudit, jak rozložení Pt v katalytické vrstvě ovlivňuje chování a stabilitu palivového článku.

Optimalizace výroby katalytických vrstev pomocí slot-die depozice na uhlovodíkové membráně pro PEM palivový článek

Bc. Jan Štrbík (M2)

Školitel: Ing. Martin Prokop, Ph.D.

Nízkoteplotní PEM palivové články představují perspektivní technologii pro konverzi energie. Klíčovou komponentou palivového článku je membrána s nanesenými katalytickými vrstvami (CCM). Depozice těchto vrstev metodou slot-die představuje kontrolovatelný způsob výroby CCM vhodný pro škálování a kontinuální pásovou výrobu. V současnosti je metoda slot-die využívána v průmyslu k nanášení katalytické vrstvy na folii s následnou aplikací na membránu pomocí lisování za tepla. Přímé nanášení na membránu snižuje počet procesních kroků výroby a množství odpadu, překážkou je ale bobtnání membrány při kontaktu s katalytickou suspenzí. To mohou vyřešit uhlovodíkové membrány na bázi sulfo-fenylovaného polyfenylenu (**Obr. 1**), které jsou nefluorovanou alternativou ke standardním perfluorosulfonovaným (PFSA) membránám. Výhodou těchto uhlovodíkových membrán je schopnost provozu při zvýšené teplotě a nízké relativní vlhkosti v článku. Cílem práce je optimalizace depozice katalytické vrstvy na uhlovodíkové membrány metodou slot-die. Optimalizací složení katalytické suspenze a následně parametrů metody nanášení byla připravena CCM se srovnatelným výkonem v palivovém článku jako komerčně dostupná CCM na bázi PFSA membrány za podmínek nízké relativní vlhkosti (33-50 %) a zvýšeného tlaku (250 kPa). Práce byla realizována na Univerzitě Bayreuth a ve firmě Dinex Deutschland GmbH.



Obr. 1: sulfo-fenylovaný polyfenylen

Degradace slitinových katalyzátorů na bázi platiny ve vysokoteplotním PEM palivovém článku

Matěj Mikeš (B3)

Školitel: Ing. Martin Prokop, Ph.D.

Vysokoteplotní palivové články s protonově výměnnou membránou (HT-PEMFC) pracují při teplotách v rozmezí 120–200°C a jako membránu využívají polymery dopované H_3PO_4 . Výhodou HT-PEMFC je možnost rekuperace tepla uvolněného během provozu a možnost využívání vodíku z reformovaného zemního plynu a metanolu. Pt katalyzátor na elektrodách článku však podléhá rozpouštění, růstu nanočástic a jejich deaktivaci vlivem adsorpce sloučenin P. Tento problém lze zmírnit využitím slitinových katalyzátorů na bázi Pt na adekvátním nosiči, jejich nevýhodou je však nestabilita méně ušlechtilého kovu slitiny za podmínek provozu HT-PEMFC. V této práci je zkoumána dlouhodobá stabilita katodových slitinových katalyzátorů PtNi a PtCo na uhlíkové černi Ketjenblack (500 h, H_2/O_2 , 160°C) při konstantním nekompenzovaném napětí 0,5 V. Ve všech případech došlo nejprve k nárůstu výkonu vlivem aktivace katalytické vrstvy a jeho následnému pozvolnému poklesu. Pomocí instrumentálních analýz po dokončení experimentů byl pozorován značný nárůst velikosti nanočástic Pt a zároveň rozpuštění legujícího kovu ze slitiny, a to bez ohledu na materiál katalyzátoru.

Aktivita katodových Pt-M katalyzátorů pro vysokoteplotní PEM palivové články

Bc. Ondřej Slavík (M1)

Školitel: Ing. Martin Prokop, Ph.D.

Vysokoteplotní palivové články s protonově vodivou membránou (HT-PEMFC) pracují při teplotě 120–200°C a jako membránu využívají polymery dopované H_3PO_4 . Jejich výhodou je možnost využití vodíku z reformovaného zemního plynu či metanolu jako paliva, rekuperace tepla uvolněného během chodu a absence perfluorovaných materiálů. Problémem HT-PEMFC je degradace katalyzátoru a jeho deaktivace sloučeninami P, vedoucí ke snížení výkonu článku. Tento problém lze částečně zmírnit využitím slitinových katalyzátorů na bázi Pt – jejich vlastnosti závisí na zvoleném kovu, nosiči a metodě přípravy. V této práci byly zkoumány komerční a také experimentální slitinové katalyzátory PtCo a PtNi připravené galvanickým vytěšňováním a následným tepelným žíháním a chemickou aktivací s využitím CO na nosičích Ketjenblack (KB) a redukováném grafen oxidu (rGO). Katalytická aktivita vůči redukci kyslíku byla studována chronopotenciometrií a elektrochemickou impedanční spektroskopií v elektrochemické cele (180°C, O_2) s využitím plynově difuzních elektrod. Bylo zjištěno, že katalyzátor PtCo/rGO dosahuje nejvyšší aktivity. Na základě Tafelovy analýzy byla pozorována rychlejší kinetika redukce kyslíku u katalyzátorů s nižším obsahem neplatinového kovu ve slitině a nosičem rGO a KB.