

Studentská vědecká konference 2003

Sekce: ANORGANICKÁ TECHNOLOGIE

Ústav anorganické technologie, 21.11.2003
Zahájení v 9:00 hodin, budova A, místnost č. 32

Komise (ústav 105):

Doc.Ing. Daria Schrötterová, CSc. - předseda
Dr.Ing. Josef Krýsa
Dr.Ing. Vlastimil Fíla
Ing. Martin Paidar, PhD.
Ing. Ilona Jandová
Ing. Milan Lhotka, PhD. - organizační tajemník

Přihlášeno: 8 účastníků

Roman Kodým
René Ludwig
Jiří Macek
Uwe Möbius
Daniel Mohr
Christian Oettel
José Pires
Petra Podubecká (2x)

Srovnávací studie elektrokatalytické aktivity nových typů katalyzátorů pro nízkoteplotní palivové články.

Autor: Roman Kodým
Ročník: V.
Ústav: anorganické technologie, VŠCHT
Školitel: Doc.Dr.Ing. Karel Bouzek

Jednou z mnoha oblastí, kterou se současná elektrochemie intenzivně zabývá, je problematika palivových článků. Ty představují alternativní zdroj elektrické energie. Uspokojivé rychlosti elektrodoových dějů, a to zejména u nízkoteplotních palivových článků, nelze dosáhnout bez použití účinného katalyzátoru. V současnosti jsou používány výhradně katalyzátory na bázi platinových kovů. Jejich zásadními nevýhodami jsou vysoká cena a citlivost ke katalytickým jedům. Výzkum v této oblasti se ubírá několika směry: a) zvýšení odolnosti katalyzátoru proti katalytickým jedům, s tím je spojená i menší spotřeba katalyzátoru a b) nahrazení platinového katalyzátoru jiným srovnatelně účinným, jehož cena je výrazně nižší.

V rámci této práce budou shrnuty výsledky srovnávací studie elektrokatalytické aktivity nově vyvinutých katalyzátorů vzhledem k oxidaci vodíku, redukcí kyslíku a náchylnosti k otravě. Studovány byly katalyzátory na bázi Pt kovů a jejich slitin, neplatinových kovů (jako Cu a Ni) legovaných platinovými kovy a katalyzátory neplatinové. Některé z nich byly nanášeny na uhlíkovém nebo keramickém nosiči, zbývající pak byly studovány samostatně. Při studiu katalytické aktivity byla použita rotující disková elektroda ze skelného uhlíku. Katalyzátor byl fixován na jejím povrchu pomocí techniky tenkého filmu. Katalytická aktivita byla stanovena pomocí Kouteckého - Levičovy analýzy. Katalytické aktivity nových katalyzátorů byly srovnány s komerčně dostupným katalyzátorem E-TEK.

Selective removal of copper ions from waste water by ion exchange

Student: René Ludwig
Year of Study: V.
Department: Inorganic technology VŠCHT Prague
University of Applied Sciences Leipzig
Supervisor: Ing.Martin Paidar, Ph.D., Doc.Dr.Ing. Karel Bouzek

The contamination of our environment with heavy metal ions represents a serious problem, which has to be solved. Main sources of copper pollution are galvanopating industry and mine water. The ion exchange process offers a viable possibility to solve this problem.

In the present work an ion exchange resin Purolite A 832 was used. It is macroporous, weak base resin with a polyacrylic matrix supporting tetraethylenpentaamine functional groups. The process is based on the high stability of the complex formed between the ion exchanger active groups and the metal ions.

Under common conditions it removes all species capable to form complex with the functional groups. By modification of regeneration procedure it is possible achieve its high selectivity for copper ions. The influence of regeneration procedure, pH-value of the contaminated solution and the heavy metal concentration on process efficiency was studied. The principal purpose of the experiments is to find ecologically acceptable process with relatively low operating cost for the removal of copper ions from mine water with complex composition changing in time.

Dezaktivace katalyzátoru pro aromatizaci methanu

Autor: Jiří Macek
Ročník: IV.
Ústav: Ústav anorganické technologie
Školitel: Dr. Ing. Vlastimil Fíla

Neoxidativní katalytická aromatizace methanu, používající jako katalyzátory tvarově selektivní mikroporézní materiály, je jednou z možností zpracování zemního plynu na produkty vyšší užitné hodnoty, zejména benzen a další aromáty. V průběhu tohoto procesu dochází k poměrně rychlé dezaktivaci katalyzátorů vlivem vzniku uhlíkatých úsad na jejich povrchu a uvnitř mikroporézní struktury. Tato práce je zaměřena na studium možností potlačení dezaktivace těchto katalyzátorů a možnosti jejich zpětné regenerace. Byly navrženy a experimentálně sledovány dva postupy: (i)přídavek CO₂ do vstupní směsi, (ii)modifikace katalyzátoru Mo/ZSM5 přídavkem Co. Byla též testována možnost regenerace dezaktivovaných katalyzátorů zpětnou oxidací uhlíkatých úsad pomocí směsi N₂ - O₂. Katalytická aktivita připravených Mo/ZSM5 a Mo-Co/ZSM5 katalyzátorů byla testována v průtočném reaktoru s katalytickým ložem. Bylo zjištěno, že nízká koncentrace CO₂ ve vstupní směsi potlačuje tvorbu inertního uhlíku a tím prodlužuje aktivitu katalyzátoru. Při vyšší koncentraci CO₂ klesá obsah žádaných produktů ve výstupní směsi a selektivita k benzenu. Modifikace Mo/ZSM-5 kobaltem neměla zásadní efekt na dosažené výsledky. Dezaktivované katalyzátory lze též částečně regenerovat pomocí směsi N₂ - O₂.

Testing of electrocatalytic activity of the PEM fuel cell catalysts

Autor: Uwe Möbius
Year of study: III.
Department: Inorganic technology VŠCHT Praque,
Mechanical and Energy Engineering HTWK Leipzig
Supervisor: Ing. Sabina Moravcová, Doc.Dr.Ing. Karel Bouzek

The fossil fuel like coal, oil or gas is not for ever and we need a new system for energy production. This is the reason why the electrochemistry searches about fuel cell. All types of fuel cells can transform chemical energy involved in burning of hydrogen in oxygen directly into the electric energy. In this study Proton-Exchange-Membrane (PEM) fuel cell is considered.

PEM fuel cell consists of a polymer membrane and two electrodes (anode and cathode) loaded by catalyst. It is a typically represented by Pt or Pt metals alloy. Pt is the material with very high catalytic activity. But it suffers by two main disadvantages, namely high price and sensitivity to the catalytic poisoning by CO. There are two solutions of these problems. First one consists in enhancement of the catalyst resistivity against poisoning, allowing thus for the catalyst load reduction. Another one is focused on the replacement of the platinum metal catalyst by the new type of materials. In the present study electro catalytic activity of bare platinum electrode for the hydrogen oxidation and oxygen reduction, as well as the resistively against CO poisoning, was followed using rotating disk electrode (RDE) and Koutecky-Levich analysis. Subsequently it was compared with nanosized Pt and Pt/Ru catalyst on the carbon support fixed on the glassy carbon RDE by the thin film technique. The obtained results document clearly advantages of application of the later form of Pt.

Selective nitrate removal from drinking water by combination of ion exchange and electrochemical reduction

Author: Daniel Mohr
Year of study: III.
Department: Inorganic technology VŠCHT Praque
University of Applied Sciences Leipzig
Supervisor: Ing.Martin Paidar, Ph.D., Doc.Dr.Ing. Karel Bouzek

A high concentration of nitrates in water is not good to the environment and human health. The main sources of nitrates are intensive agriculture and industrial wastewater. Therefore the EU gives 50 mg/dm³ of nitrate concentration in drinking water as a maximum permitted limit.

Previous research has shown that ion exchange is one of the suitable techniques for selective lowering of nitrate concentration in water. A main disadvantage of ion exchange represents large amount of spent regeneration solution. This problem can be solved by the application of electrolysis capable to reduce the nitrate. It enables us to use regeneration solution in a close cycle stream.

In the present work the strong basic ionex IRA 996 (Rohm & Haas, USA) in hydrogen carbonate form was used for the nitrate removal. The electrolyser with parallel plate electrodes and fluidized bed of inert particles was used for treatment of the spent regeneration solution. The laboratory scale apparatus has shown promising results, but during scale up to the pilot plant, low efficiency of electrochemical nitrate reduction was achieved. It is probably caused by unsuitable concentration profile and current distribution inside the cell. Therefore aim of present work is to optimize the construction of the electrolytic cell.

Modification and Determination of Nafion Polyaniline Composite Membranes

Author: Christian Oettel
Year of study: III.
Department: Inorganic Technology VŠCHT Praque,
Mechanical and Energy Engineering HTWK Leipzig
Supervisor: Ing. Sabina Moravcová, Doc.Dr.Ing. Karel Bouzek

In the last 20 years the fuel cell was rediscovered as an effective method of energy production. In the past, the fuel cell was just used in special fields, but times have changed and now it is the task to develop fuel cells with high efficiency and low costs in mass production. Therefore it is important to search for other, cheaper construction methods and materials. Large potential of conducting polymers in various fields were discovered during the last two decades, some of them being utilized as a catalyst support in the fuel cell. Polyaniline (PAni) is one of the most widespread conducting polymers characterised by high stability in the acidic environment. The Nafion[®] surface was modified with PAni on one side of the membrane. The aim was to study the adherence, structure and kinetic of the PAni layer growth. In the next step composite permeability for methanol and electrochemical activity was determined. For the investigation of the film surface structure and thickness Scanning Electron Microscopy was used. Diffusion cell consisting of two compartments containing 1 M MeOH solution and demineralised water separated by the studied sample was used to determine composite permeability. The electrochemical activity of the polymerised (C₆H₄NH)_n layer was determined by the means cyclic voltammetry. Our further research will focus of the monomer diffusion behaviour through the composite and the possibility of modifying both sides of the Nafion[®] surface with PAni.

Measurement and Mathematic Modeling of Light Alkanes Separation on the Composite Zeolite membrane

Author: José Pires
Year of Study: V.
Department: Inorganic technology VŠCHT Praque
Supervisor: Dr.Ing.Vlastimil Fila

Zeolite membranes have many possible applications in the chemical industry. Comparing them with widely used organic membrane their higher thermal and chemical stabilities not only make inorganic membranes very promising for separation applications, but also for reaction enhancement (e.g. separation of aromatic and aliphatic hydrocarbons in naphtha craker feedstocks, enhancement of conversion in the water-gas shift reaction carried out under lower temperature etc.)

The apparatus for characterization of the cylindrical membranes by diffusion and permeation measurements under steady state conditions was built up. A composite silicalite-1 membrane was prepared by synthesis from tetraethyl orthosilicate (TEOS) and tetrapropylammonium hydroxide (TPAOH). The separation properties of prepared membrane was tested in the binary system CO₂ and CH₄ at different temperature (20 °C to 400 °C), pressure and input mixture composition. The simple mathematical model of separator based on the mass balances of individual species in permeate and retentate compartment of separation module was developed. The permeability of CO₂ and CH₄ was calculated.

Studie vlivu stupně sulfonace na transportní vlastnosti iontově selektivní membrány na bázi sulfonovaného polyfenylenoxidu

Autor: Petra Podubecká
Ročník: V.
Ústav: Ústav anorganické technologie, VŠCHT
Školitel: Doc.Dr.Ing. Karel Bouzek

V poslední době vzrůstá zájem o využití palivových článků jako alternativních zdrojů energie. Typickým představitelem nízkoteplotních palivových článků je článek typu PEM (Proton Exchange Membrane), ve kterém klasický kapalný elektrolyt nahrazuje polymerní iontově selektivní membrána. Nejčastěji je používána perfluorovaná membrána typu Nafion. Přes svou vysokou chemickou a tepelnou stabilitu má však tato membrána několik nedostatků (vysoká cena, nízká iontová vodivost při teplotách nad 100 °C,...). Z tohoto důvodu se v současnosti řada výzkumných pracovišť intenzivně zabývá hledáním nových typů membrán minimalizujících vliv uvedených nedostatků. V uplynulých letech byly v naší laboratoři studovány transportní charakteristiky membrán na bázi sulfonovaného polyfenylenoxidu. Tento materiál vykazuje transportní vlastnosti vhodné pro potenciální využití v palivových člancích typu PEM. Významnou informací z hlediska optimalizace jejich syntézy představuje závislost vlastností membrány na stupni sulfonace základního materiálu. V rámci této práce byla testována závislost iontově výměnné kapacity, kinetiky iontové výměny a iontové vodivosti membrán v rozsahu stupně sulfonace cca 10 až 60 %. Pomocí teorie spřažené difúze a absolutní pohyblivosti za použití Einsteinovy rovnice byly z experimentálně stanovených parametrů vypočteny hodnoty difúzních koeficientů protonu a sodného iontu pro různé stupně sulfonace polymeru.

Stabilizace arsenu v hornické hlušině na základě sorpčních vlastností hliníku a vápníku

Autor: Petra Podubecká
Ročník: V.
Ústav: Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Školitel: Dr. Heinz Seidel

Skládky hornické hlušiny představují vážný ekologický problém. Tyto haldy totiž obsahují velké množství arsenu, který může být velmi snadno vlivem měnících se podmínek prostředí vyluhován a způsobit tak kontaminaci půdy a podzemní vody. Aby se této kontaminaci životního prostředí zabránilo, je nutné arsen v těchto haldách stabilizovat prostřednictvím vhodné úpravy hlušiny. V praxi se k odstraňování arsenu z pitné vody běžně používají hlinité soli. Řešením by tedy mohl být přídavek takové látky, která by arsen fyzikálně či chemicky adsorbovala.

V této práci byl sledován vliv příměsí hliníku a vápníku do hornické hlušiny na množství vyluhovaného arsenu. Použita byla hornická hlušina po zpracování cínu z Gottesbergu v Krušných horách, která obsahuje 500-1000 mg arsenu na kg. Pokusy byly provedeny jednak v míchané 10 %-ní suspenzi hornické hlušiny ve vodě za použití tzv. mikrokosmu (vsádkový míchaný reaktor s rozsáhlou měřicí a regulační technikou), ale také v násypu, což mělo ukázat, jak by bylo možné celý proces realizovat v praxi. Sledováno bylo množství rozpuštěného arsenu po provedené stabilizaci materiálu. Rozpuštěné sloučeniny arsenu byly kvantifikovány metodou IC-ICP-MS.

Bylo zjištěno, že jak přídavek hliníku ve formě $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, tak vápníku ve formě CaCO_3 při současném dosažení neutrálního pH prostředí umožňuje dlouhodobou stabilizaci materiálu.