

**12L-01
PRODUKCIA VODÍKA KATALYZOVANOU
PYROLÝZNOU DEGRADÁCIU ZMESÍ
POLYMÉROV**

**PETER BOBER^{*a}, ANDREJ ORIŇÁK^b, RENÁTA
ORŇÁKOVÁ^b, PETR ZAMOSTNÝ^c a JURAJ
LADOMERSKY^a**

^a Katedra environmentálneho inžinierstva, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická Univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, ^b Katedra fyzikálnej chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika, Moyzesová 11, 041 54 Košice, ^c Ústav organickej technológie, Fakulta chemickej technológie, Vysoká škola chemicko-technologická v Prahe, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice
bober.peter9@gmail.com

Na štúdium prípravy vodíka katalyzovanou pyrolýznou degradáciou polymérov (polyetylénu, polymetylmetakrylátu) bola použitá metóda pyrolýznej plynovej chromatografie (Py-GC) v spojení s hmotnostnou spektrometriou (MS). Zvýšením teploty pyrolýzy sa pri tepelnej degradácii plastov zvyšuje množstvo uhl'ovodíkových plynov a znižuje množstvo oleja/vosku¹. V pyrolyzáte vzniká aj metán, ktorého katalyzovanou konverziou sa obohacuje plynná fáza vodíkom, čo zvyšuje účinnosť jeho prípravy. Pre tento účel boli skúmané rôzne metalické katalyzátory pri rozklade plynných a kvapalných uhl'ovodíkov. Obzvlášť Ni katalyzátory mali vysokú katalytickú aktivitu v konverzii vodíka a produkcii pri teplotách pyrolýzy 500–700 °C (cit.²). Niektoré z bimetalických katalyzátorov zložených z Fe, Ni, Pd, Cu kovov vyprodukovali viac H₂ v porovnaní s monometalickými katalyzátormi^{3,4}. V tejto štúdii boli použité kovové aditíva (práškové Fe častice s elektrolyticky depozitovaným Ni-Co povlakom), aditívum č. 1 – Ni (43 %), Co (26,3 %), Fe (30,7 %) a aditívum č. 2 – Ni (17 %), Co (6 %), Fe (77 %). Najväčšie množstvo H₂ sme získali pri pyrolýznej teplote 815 °C a pomere HDPE:PMMA = 1:4 (3,62 hm.%). Vplyv pyrolýznej teploty 815 °C na produkciu H₂ bol väčší (v priemere 82% nárast množstva H₂) v porovnaní s pyrolýznou teplotou 700 °C. Porovnaním pomerov zmesí polymérov HDPE:PMMA = 4:1 a HDPE:PMMA = 1:4 boli zaznamenané minimálne rozdiely (5% rozdiel) v množstve získaného H₂. Kovové aditíva č. 1 a 2 nemali žiaden vplyv na konverziu vodíka, kde sme zaznamenali pokles jeho hmotnosti, v dôsledku tepelnej adsorpcie kovového aditíva počas pyrolýznej degradácie zmesí polymérov. Okrem skúmaného vodíka sme sledovali obsah metánu, kde maximálne množstvo CH₄ sa získalo pri teplote 815 °C a pomere HDPE:PMMA = 1:4 (približne 42 hm.%). Preto ďalší výskum bol zameraný na produkciu H₂ pyrolýznou degradáciou CH₄ použitím Ni metalických katalyzátorov.

Autori ďakujú agentúre VEGA za finančnú podporu grantom č. 1/0134/10.

LITERATÚRA

1. Mastral F.J., Esperanza E., Garcia P., Juste M.: *Pyrolysis of high-density polyethylene in a fluidised bed reactor*. Influence of the temperature and residence time, Department of Chemical and Environmental Engineering, Uni-

versity of Zaragoza, Zaragoza 2001.

2. Parmon V.: Presented at the *ICS Meeting on Technologies for Hydrogen Production and Fuel Cells, Trieste, Italy, March 2005*.
3. Shah N., Panjala D., Huffman G.: *Energy Fuels* 15, 1528 (2001).
4. Wang Y., Shah N., Huffman G.: *Catal. Today* 99, 359 (2005).

12L-02

THE USE OF BALANCED SCORECARD IN THE STRATEGIC PLANNING OF RENEWABLE ENERGY SUPPLY IN THE REGIONAL LEVEL

Abstract of seminars presented at: (1) 9th International Business Week on Renewable Energy and Environmental Industries at the School of Economics and Management of University of Minho, 3–7 May 2010, and (2) Workshop on Renewable Energy Sources in Azores, 17–21 May 2010

TICIANO COSTA JORDÃO

*Institute of Public Administration and Law, Faculty of Economics and Administration, University of Pardubice, Studentská 84, 532 10 Pardubice
Ticiano.costa-jordao@upce.cz*

This contribution suggests a model based on balanced scorecard (BSC) that enables to identify the related economic, social and environmental benefits from renewable energy sources. The regional energy strategic objectives are grouped into four perspectives of performance metrics which includes the four conventional BSC perspectives (financial, customer, internal processes, and learning and growth) and a new one, named non-market perspective, which brings out the non-market issues, such as the benefits and the potential socio-economic and environmental impacts of each alternative energy source for a specific region. The overall analysis shows for a particular location which renewable energy technology is the best for the environment, for the society and for the bottom line. The solution may vary depending on customer type, geographic location, government incentives, and so forth. The model may also allow one to find the markets which are good for specific renewable energy technologies that provide strong economic drivers for its customers. Four types of renewable energy technologies can be analyzed through the BSC tool: photovoltaic and thermal solar power, wind power, biomass thermal and gasification, geothermal, and biofuels. Some location-specific variables are considered such as: fuel availability, electricity and gas prices, heating and cooling loads, utility rates, and rebates and tax incentives. The model combine several key sources of information including energy output of the technology, prevailing energy rates, market size and energy load factors on an area basis.

REFERENCES

1. Möller A., Schaltegger S.: *J. Ind. Ecol.* 73, 9 (2005).
2. Dillon J., Blagus R., Parr S., Iyer V., Houghton A.: *Renewable energy calculator*. Patent Appl. Publ. US 0313083, 17 December 2009.

- Krumdieck S., Hamm A.: *Energ. Policy.* 37, 3301 (2009).
- Thórhallsdóttir T. E.: *Environ. Impact Asses. Rev.* 27, 545 (2007).
- Bach N., Calais P., Calais M.: *Renew. Energ.* 22, 211 (2001).
- Lund H.: *Renewable Energy Systems: The Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions.* Elsevier Inc., USA 2010.

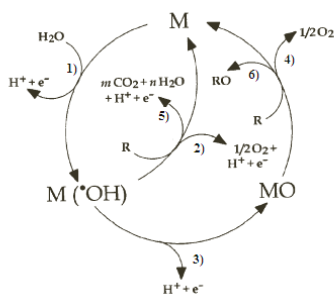
12L-03 POKROKOVÉ OXIDAČNÍ PROCESY VHODNÉ PRO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

LIBOR DUŠEK

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice, Studentská 573, 532 10 Pardubice
libor.dusek@upce.cz

Pokrokové oxidační procesy (známé pod zkratkou AOP) využívají často reaktivní hydroxylový radikál OH[•]. Jelikož se atak OH[•] se vyznačuje nízkou selektivitou, je zde předpoklad pro jeho široké uplatnění v oxidačních technologiích při předúpravě průmyslových odpadních vod s obsahem toxické organické matrice. Výhodou tohoto agresivního oxidovačla je možnost vygenerovat OH[•] různým reakčním mechanismem. AOP probíhají za normální teploty a tlaku, což s sebou přináší energetické úspory a jelikož činidla potřebná pro tvorbu OH[•] radikálů jsou dosud drahá (O₃, H₂O₂), je ekonomické využívat procesy AOP na odpadní vody s hodnotou CHSK respektive TSK < 5000 mg l⁻¹, nebo je kombinovat s aerobním biologickým stupněm. Jinou možností je generovat OH[•] prostřednictvím přímé elektrochemické oxidace¹.

Probíhá-li elektrochemická oxidace polutantu na povrchu anody prostřednictvím fyzikálně adsorbovaného hydroxylového radikálu nebo chemicky sorbovaného aktivního kyslíku (jde o kyslík vázaný ve struktuře oxidu kovu elektrody MO_{x+1}) hovoříme o anodické nebo také o přímé oxidaci a může podle podmínek vést k úplné mineralizaci organického polutantu nebo k selektivní oxidaci za vzniku produktu (obr. 1)²⁻⁴.



Obr. 1. Schéma reakčního mechanismu přímé elektrochemické oxidace

Práce vznikla v rámci výzkumného záměru Univerzity Pardubice – MSM 0021627502.

LITERATURA

- Dušek L.: *Chem. Listy*, v tisku.
- Chen G.: *Sep. Purif. Technol.* 38, 11 (2004).
- Comninellis Ch.: *Electrochem. Acta* 39, 1857 (1994).
- Feng J., Johnson D. C.: *Electrochem. Soc.* 137, 507 (1990).

12L-04 MONITOROVÁNÍ HLADINY FYTOCHELATINŮ V BILOGICKÉM MATERIÁLU S VYUŽITÍM BRDIČKOVY REAKCE NA RTUŤOVÝCH A AMALGAMOVÝCH ELEKTRODÁCH

MILOSLAVA FOJTOVÁ^{a,b}, PAVLÍNA VIDLÁKOVÁ^a,
LENKA BANDŽUCHOVÁ^c, LUDEK HAVRAN^a, MIROSLAV FOJTA^a a RENÁTA ŠELEŠOVSKÁ^{a,c}

^a Biofyzikální ústav AVČR, v.v.i., Královopolská 135, 612 65 Brno, ^b Oddělení FGP, Přírodovědecká fakulta MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, ^c Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Univerzita Pardubice, Studentská 573, 532 10 Pardubice
fojtova@ibp.cz, renata.selesovska@upce.cz

Fytochelatiny (PC) jsou peptidy o obecném vzorci (γ-Glu-Cys)_n-Gly (kde n>1), jež hrají klíčovou roli při detoxikaci těžkých kovů u rostlin. Jejich syntéza je indukovaná expozicí rostlin nebo rostlinných buněk iontům těžkých kovů (např. kadmnatým) a tyto ionty jsou vyvazovány do stabilních komplexů s PC prostřednictvím koordinace příslušného iontu thiolovými skupinami periodicky se opakujících cysteinových zbytků. Vzhledem k těmto vlastnostem jsou PC, podobně jako metalothioneiny v živočišných systémech, považovány za biomarkery znečištění životního prostředí těžkými kovy¹.

Vysoký relativní obsah cysteinu v molekulách PC udílí těmto peptidům výhodné vlastnosti pro jejich elektrochemickou analýzu na rtuťových a amalgamových elektrodách^{1,2}. V přítomnosti iontů kobaltu poskytují PC na visící rtuťové kapkové elektrodě (HMDE) výraznou Brdičkovy reakci s charakteristickým tvarem voltametričkových a chronopotenciometrických záznamů, jímž se liší jak od prekurzoru jejich syntézy glutathionu (γ-Glu-Cys-Gly), tak od vysokomolekulárních buněčných proteinů. Díky tomu lze PC indukované těžkými kovy snadno elektrochemicky stanovit přímo v buněčných lyzátech bez dalších purifikačních kroků, čehož bylo využito pro monitorování hladiny PC v rostlinných suspenzích kultuřích vystavených sub-cytotoxickým a cytotoxickým koncentracím kadmnatých iontů¹. Na elektrodách z pevného stříbrného amalgámu (AgSAE) modifikovaných rtuťovým meniskem nebo filmem vykazují PC v zásadě stejné chování jako na HMDE. Naproti tomu na leštěné AgSAE byl v přítomnosti kobaltnatých iontů a PC, stejně jako v přítomnosti glutathionu nebo cysteinu, pozorován pouze jediný výrazný pík². S tím související ztráta selektivity pro PC byla je však v tomto případě vyvážena výrazně vyšší citlivostí jejich stanovení. Jak rtuťové, tak amalgamové elektrody byly úspěšně využity pro detekci PC nejen v suspenzích kultuřích, ale i v semenáčcích vystavených kadmnatým iontům.

Tato práce vznikla za podpory grantů MŠMT ČR LC06035

a MSM0021622415.

LITERATURA

1. Fojta M., Fojtová M., Havran L., Pivoňková H., Dorčák V., Šestaková I.: *Anal. Chim. Acta* 558, 171 (2006).
2. Šelešovská-Fadrná R., Fojta M., Navrátil T., Chýlková J.: *Anal. Chim. Acta* 582, 344 (2007).

12L-05

**VOLTAMETRICKÉ STANOVENÍ THALIA
VE SLOŽKÁCH ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
S VYUŽITÍM STRÍBRNÉ PEVNÉ AMALGÁMOVÉ
ELEKTRODY**
RENÁTA ŠELEŠOVSKÁ* a JAROMÍRA CHÝLKOVÁ

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice, Studentská 573, 532 10 Pardubice
renata.selesovska@upce.cz

Thalium je stopový prvek, vyskytující se v zemské kůře v rozmezí 0,45–1 g/t (cit.¹). Toxikologicky je velmi významné, protože otravy jeho sloučeninami byly v minulosti velmi četné. Akutní otrava může vyvolat křeče, delirium až smrt¹. Antropogenními zdroji thalia jsou těžba a úprava rud, spalování uhlí, aplikace pesticidů, odpady z výroby a použití tohoto kovu, jeho slitin a sloučenin (sklářství, elektronika, aj.) a spalování odpadů. Toxickým účinkům jsou vystaveni pracovníci zmíněných provozů. Neprofesionální expozice obyvatelstva je nízká s výjimkou okolí uhelných elektráren a tepláren, spaloven odpadů a míst aplikace TI-pesticidů¹.

V literatuře byla popsána řada voltametrických metod stanovení thalia s využitím visící rtuťové kapkové elektrody (HMDE) v různých typech vzorků (např. voda, půda, popílek, struska apod.). Vzhledem k toxicitě kapalně rtuti však roste tlak na omezení jejího využití. Stříbrná pevná amalgámová elektroda (AgSAE) představuje velmi dobrou alternativu ke rtuťovým elektrodám; kombinuje výhody rtuťových a pevných elektrod. Byly popsány různé modifikace AgSAE^{2,3}, zahrnující rtuťovým meniskem modifikovanou (m-AgSAE), rtuťovým filmem modifikovanou (MF-AgSAE) a leštěnou (p-AgSAE) stříbrnou pevnou amalgámovou elektrodu. Příprava AgSAE je velice jednoduchá a byla podrobně popsána v literatuře⁴.

Ukázalo se, že amalgámové elektrody jsou vhodné ke stanovení thalia v životním prostředí, protože umožňují dosažení dostatečně nízkých detekčních limitů v řádu 10⁻¹⁰ M (při akumulaci 300 s). Pro reálné vzorky byly navrženy postupy loužení a mineralizace. Jako příklad lze uvést stanovení thalia ve výluhu vzorku popela. S využitím jednotlivých testovaných pracovních elektrod byly stanoveny obsahy TI 1,98 mg kg⁻¹ (HMDE), 1,89 mg kg⁻¹ (m-AgSAE) a 1,95 mg kg⁻¹. Relativní směrodatná odchylka při opakovaném stanovení TI v reálných vzorcích ani u jedné elektrody nepřekročila hranici 5 %.

Tato práce vznikla za podpory Výzkumného záměru MSM 0021627502, Výzkumného centra LC06035 a projektu MŽP SP/4i2/60/07.

LITERATURA

1. Trebichavský J., Havrdová D., Blohberger M., v knize: *Škodliviny I – Toxické kovy*, kap. 19, s. 367. NSO – Ing. František Nekvasil, Praha 1998.
2. Novotný L., Yosypchuk B.: *Chem. Listy* 1118, 94 (2000).
3. Yosypchuk B., Novotný L.: *Crit. Rev. Anal. Chem.* 141, 32 (2002).
4. Yosypchuk B., Novotný L.: *Electroanalysis* 1733, 14 (2002).

12L-06

**ČIŠTĚNÍ VOD KONTAMINOVANÝCH
HALOGENOVANÝMI AROMATICKÝMI
SLOUČENINAMI S POUŽITÍM KOVOVÝCH SLITIN**
TOMÁŠ WEIDLICH* a ANNA KREJČOVÁ

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice, Studentská 573, 532 10 Pardubice
tomas.weidlich@upce.cz

Je známo, že halogenované aromatické sloučeniny jsou biologicky mnohem hůře odbouratelné než odpovídající dehalogenované sloučeniny¹. Pro dehalogenace alifatických halogenderivátů rozpuštěných ve vodách se v poslední době s oblibou používá metodika založená na působení velkého přebytku železa ve formě pilin². Je ale známo, že tento postup není aplikovatelný pro dehalogenaci aromatických halogenderivátů, protože reakční doba je za laboratorní teploty neúnosně dlouhá³. Proto jsme se pro snižování obsahu AOX ve vodách pokusili použít kovové slitiny, které jsou mnohem účinnějšími redukčními činidly než elementární kovy. Při testování účinnosti různých kovových slitin jsme se zaměřili na dehalogenaci halogenovaných anilinů, sloučenin ve vodě dobře rozpustných, které jsou častým kontaminantem odpadních vod z chemického a farmaceutického průmyslu.

V experimentech jsme prokázali, že velmi účinným dehalogenačním činidlem je Raneyova slitina hliníku s niklem. Rychlost dehalogenace halogenovaných anilinů byla studována v prostředí pufrů v celém rozsahu pH. Dokázali jsme, že pro účinnou dehalogenaci působením Al-Ni slitiny je nutné použít alkalické prostředí s hodnotou pH > 10 (schéma 1). Výhodou uvedeného postupu je použití malého přebytku redukčního činidla, mírné reakční podmínky a velmi krátké reakční časy. Nerozpuštěný podíl lze snadno oddělit dekantací. Obsah kovových iontů ve filtrátech lze výrazně snížit neutralizací. Prokázali jsme, že tuto metodu lze aplikovat na

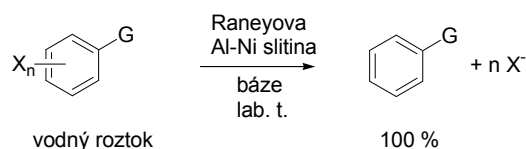


Schéma 1. Redukční dehalogenace aromatických halogenderivátů rozpuštěných ve vodě

širokou škálu aromatických halogenderivátů jako jsou halogenované fenoly, halogenované benzoové, fenoxycetové i benzensulfonové kyseliny a halogenované benzeny.

Tato práce vznikla za podpory grantu GA ČR 203/07/P248 a výzkumného záměru MSM 0021627502.

LITERATURA

1. Tixier C., Sancelme M., Ait-Aissa S., Widehem P., Bonnemoy F., Cuer A., Truffaut N., Veschambre H.: *Chemosphere* 46, 519 (2002).
2. Vašek P., Bížová J., Janda V.: *Chem. Listy* 98, 985 (2004).
3. Ebert M., Kober R., Parbs A., Schafer D., Dahmke A.: *Environ. Sci. Technol.* 40, 2004 (2006).