

SPEKTROSKOPICKÁ SPOLEČNOST JANA MARKA MARCI



thermo
scientific

Authorized Distributor



Generálními sponzory Spektroskopické společnosti Jana Marka Marci jsou firma ThermoFisher Scientific spolu s partnery PragoLab s.r.o. a Nicolet CZ s.r.o. a firma Agilent Technologies Inc. zastoupená autorizovaným distributorem HPST, s.r.o.

BULLETIN SPEKTROSKOPICKÉ SPOLEČNOSTI JANA MARKA MARCI

179

květen 2018

<http://www.spektroskopie.cz>

e-mail sekretariátu: immss@spektroskopie.cz

telefonní číslo sekretariátu: 722 554 326

**2018 Winter Conference on Plasma
Spectrochemistry**
(8. – 13. ledna 2018, Amelia Island, Florida)

Karel Novotný

Přivítání nového roku bylo letos opět spojeno se zimní plazmovou spektroskopickou konferencí tradičně organizovanou Dr. Ramonem Barnesem. Konference je pořádána pravidelně každý sudý rok již téměř 40 let a v posledních letech se stalo dobrým zvykem střídat místo konání mezi dvěma oblíbenými destinacemi v USA - Floridou a arizonským Tucsonem. Tato akce je navíc doplňována v lichých letech evropskými nebo asijskými konferencemi stejného typu. Letošní ročník se po čtyřech letech

opět vrátil do Amelia Island Plantation Resortu na severovýchodním pobřeží Floridy.



Pravidelní účastníci jistě oceňují tradiční formát této konference, která je výbornou příležitostí k setkávání starých známých a také k navázání nových kontaktů. Celkem poklidná atmosféra této akce nabízí spoustu příležitostí k diskusi odborných problémů, ale nejen jich. Hojná účast i množství sponzorů a firem svědčí o neutuchajícím zájmu o plazmovou spektrochemii v mnoha oborech. Aktuální zůstávají nejen metody spektroskopie indukčně vázaného plazmatu (jak optické tak především hmotnostní), ale i laserové techniky (laserová ablace, spektroskopie laserem buzeného plazmatu LIBS) a alternativní zdroje buzení. Součástí konference byla také jako obvykle řada krátkých kurzů tematicky zaměřených na vnášení vzorků do plazmatu, instrumentaci v plazmové spektrometrii a plazmové analytické techniky a postupy.

Bohatý program odstartoval již v pátek 5. ledna krátkými kurzy. Hlavní přednášky pak následovaly po slavnostním zahájení v pondělí 8. ledna. V prvním bloku věnovaném vnášení vzorku do plazmatu a transportním jevům (a problémům s nimi spojenými) se věnovali například ve svých příspěvcích Nicolas H. Bings a José Luis Todolí. Následoval blok vysoce aktuálních a zajímavých příspěvků věnujících se analýze a charakterizaci nanomateriálů. Tato část se jako tradičně setkala s velikým zájmem zejména v souvislosti s analýzou jednotlivých nanočástic metodou ICP-MS. Zmínit lze například přednášku „*Triple Quadrupole ICP-MS in Single Particle and Single Cell Analysis*“ Jörga Bettmera z University Oviedo.

V dalším bloku přednášek, pro nás velice přínosném a inspirujícím, byla pozornost věnována laserovým technikám, a to především laserové ablaci ve spojení s ICP spektroskopii a technice spektroskopie laserem buzeného plazmatu LIBS. Zahajovací přednášku tohoto bloku přednesl nestor laserové ablace ve spojení s ICP spektrometrií prof. Detlef Günther z ETH v Curychu. Jeho příspěvek „*Imaging Capabilities Using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Time of Flight Mass Spectrometry*“ názorným způsobem demonstroval možnosti a aktuální stav této techniky. Aktuální vývoj techniky LIBS na poli prvkového mapování a potenciálního využití v medicíně pak prezentoval ve svém příspěvku „*LIBS Elemental Imaging: Towards a Revolution in Medical Diagnosis?*“ Vincent Motto-Ros z University v Lyonu. V této sekci byly také předneseny dva zajímavé a aktuální příspěvky od nás. Přednáška prof. Kanického ukázala pokroky a novinky v oblasti bioimagingu s využitím metody LA-ICP-MS a dále následoval příspěvek prof. Kaisera z VUT Brno o možnostech kombinace techniky LIBS a počítačové mikrotomografie pro

pokročilé 3D mapování chemického složení pevných vzorků.

Značná část programu byla tradičně věnována speciální analýze a metalomice (zmínit lze např. příspěvek X. Chris Le „*Advances in Arsenic Speciation and Protein Binding*“). Pro úplnost je nutno zmínit další bloky přednášek, jejichž zaměření postihovalo širokou škálu oborů. Část jednoho dne tak byla například věnována analýze vzorků životního prostředí a geologických vzorků a nelze opomenout také příspěvky zaměřené na využití plazmové spektrochemie ve forenzní analýze či analýze nových pokročilých materiálů

Od pondělí do pátku se mohli účastníci těšit na tradiční „Heritage lectures“ přednášené zajímavými osobnostmi a zasloužilými výzkumníky v oboru plazmové spektrochemie. První přednášku na téma ultrastopové analýzy přednesl Ralph Sturgeon (NRC Kanada), mezi dalšími přednášenými byl Norbert Jakubowski (BAM Německo) nebo Alfredo Sanz-Mendel (Univerzita Oviedo).

Jistě příjemným překvapením bylo zajištění občerstvení během konference, které v minulých letech bývalo spíše skromnější. V letošním roce pak díky sponzorům (patrně krize pominula a firmám se opět daří) nebylo o jídlo a pití nouze v průběhu celého dne (popřípadě během večerů při diskuzích s firmami vystavujícími řadu zajímavých exponátů).

Tradičně mezi příjemné okamžiky patřily večírky sponzorované jednotlivými firmami, které v letošním roce rozhodně nezklamaly. Za zmínku stojí například večírek uspořádaný firmou Meinhard nebo Agilent, v rámci kterého se uskutečnil i výlet do blízkého přímořského městečka Fernandina Beach a místního muzea.



Co se týče počasí, je třeba podotknout, že ranní teploty kolem nuly příliš slunnou Floridu

nepřipomínaly. Kupodivu bylo u nás doma často ve stejnou dobu tepleji. I když takové počasí je na místní poměry celkem neobvyklé, nedá se říci, že by nás příliš zaskočilo. Vzpomínali jsme na mimořádně studenou zimu před několika lety, kdy jsme si fotili zamrzlou kašnu v nedalekém Gainesville a led na zmrzlých pomerančových plantážích. Takže i když na koupání v moři to nebylo, hotelové bazény nabízely plnohodnotnou náhradu a mohli jsme využít volných chvil alespoň k výletům do nedalekého okolí.

Při loučení na závěr pak bylo možno jen konstatovat, že nezbývá než se těšit na příští Winter Plasma konferenci, která se uskuteční počátkem roku 2020 opět v Tucsonu v Arizoně. Kdo se ovšem nebude moci dočkat, jistě bude vítán 3. až 8. února 2019 na Evropské plazmové konferenci ve francouzském Pau.

Kurzy vibrační spektroskopie

15. 1. – 26. 1. 2018

Martin Člupek

Kurz MĚŘENÍ VIBRAČNÍCH SPEKTER

Ve dnech 15.1.- 19.1. 2018 proběhl v prostorách VŠCHT Praha tradiční lednový kurz „Měření vibračních spekter“. Třicet sedm platících účastníků z Česka i Slovenska absolvovalo tradiční sérii přednášek věnovaných základním principům FTIR, NIR i Ramanovy spektrometrie, přípravě vzorků, reflexním technikám, kombinovaným technikám, stejně jako zpracování výsledných spektrálních dat. Tyto přednášky byly dále doplněny o další informace týkající se dostupných odborných zdrojů na Internetu či v oborově zaměřené literatuře. Frekventanti byli dále seznámeni se základními principy a instrumentací v oblasti technik mikro- a nano-spektroskopie. Kurz s dlouholetým zkušeným zázemím odborníků z VŠCHT Praha a Přírodovědecké fakulty UK Praha obsahoval vedle rozšířených a aktualizovaných přednášek i šest praktických cvičení. Tématy cvičení byly - „kapaliny, plyny“, „pevná fáze“, „ATR spektra, DRIFT a spekulární reflexe“, „mobilní spektrometrie“, „mikro-Ramanova spektrometrie a IR nanozobrazování“ a „zpracování spekter, knihovny spekter“. Cvičení frekventanti absolvovali ve skupinách po cca 8 účastnících. Závěrem si organizátoři dovolují poděkovat za tradiční, dlouholetou spolupráci firmě NicoletCZ s.r.o. a též Dr. Ivorovi Dominakovi z firmy Nicodom s.r.o. za presentaci komerčně dostupných spektrálních knihoven.

Kurz INTERPRETACE VIBRAČNÍCH SPEKTER

V týdnu od 22.1. do 26.1. 2018 navázal na kurz měření spekter další kurz věnovaný interpretaci vibračních spekter. Kurzu se zúčastnilo 44 platících frekventantů z různých průmyslových firem, výzkumných a vysokoškolských pracovišť i státních organizací. Kurz byl zahájen seznámením účastníků s principy molekulových vibrací a jejich spektrálními projevy, tak aby všichni frekventanti získali elementární představu o souvislostech mezi měřenými průběhy spekter a kmity atomů v molekulách. Po úvodní teorii vibračních spekter následovaly přednášky a intenzivní cvičení věnovaná vždy určité skupině chemických látek. Všichni účastníci byli seznámeni s interpretačními programy a stále dokonalejšími internetovými pomůckami pro interpretaci spektrálních dat, ale také si na sadě spekter vyzkoušeli samostatné využití těchto prostředků při interpretaci spekter. Nabyté znalosti účastníci uplatnili v tradiční páteční interpretační soutěži o ceny sponzorované kromě SSJMM také firmou NicoletCZ s.r.o a VŠCHT Praha.

Konference ESAS/CANAS

Berlín 20. – 23. 3. 2018

Aleš Hrdlička

Účast na konferenci je vždy souborem zážitků a dojmů nejen vědeckých, ale také společenských a cestopisných. Tyto dojmy bych chtěl nyní sdílet s váženými čtenáři.

Protože i konference procházejí vývojem, některé se slučují a konají se v určitých letech zároveň, jiné zase odděleně. Je to i případ konferencí ESAS (European Symposium on Atomic Spectrometry) a CANAS (Colloquium of Analytical Atomic Spectroscopy). Těžko mohu tedy přiřadit jednoznačnou pořadovou číslovku této akci. Perioda ESAS je dvouletá a konference je zaměřena na mezinárodní účastníky s angličtinou jako jednacím jazykem. CANAS je spíše konference německá, což se také odrazilo na jazyku přednášek. Vzhledem k anglickým snímkům však měla co říci i účastníkům neznalých němčiny. Na akci byly vyhrazeny dny 20.-23. 3. 2018. Aby toho nebylo málo, první část konference dne 20. 3. měla název Setkání uživatelů plazmochemické instrumentace. Přednášky 21. 3. se týkaly akce CANAS a byly převážně v němčině, 22. a 23. 3. již byly přednášky anglicky v rámci CANAS i ESAS. Místem konání byl Spolkový ústav pro výzkum a zkoušení materiálů (BAM) v jižním Berlíně.

Konferenci předsedal Sebastian Recknagel a dalšími organizátory byli Gerhard Schlemmer, Wolfgang Buscher a Carla Vogt. Veškeré dění bedlivě sledoval tradiční účastník většiny spektroskopických konferencí Kay Niemax, velký odborník na spektroskopii, který dokáže gesty velmi jasně vyjádřit svůj názor na různá témata od spektroskopie až po jídlo.



Vstupní budova BAM.

Co se týká náplně, byl tematický záběr konference skutečně široký. Ze všech možných témat atomové spektroskopie se snad neobjevila jen ta Mössbauerova. Na spektroskopických konferencích bez vyhraněné specializace jsme zvyklí spíše na převažující příspěvky na téma ICP-MS. Ovšem tentokrát jsme mohli vyslechnout také 8 ze 64 přednášek a vidět 6 ze 74 posterů o využití ICP-OES. To je větší zastoupení, než jakého zde dosáhly např. doutnavé výboje. Mezi příspěvky převažovaly aplikace, a to zejména stanovení škodlivých látek v životním prostředí a v potravinách, dále zde byly příspěvky o analýze biologických vzorků, baterií, paliv a stanovení nanočástic. Nechyběly však ani příspěvky o inovacích a lepším využití instrumentace.

Dle posledních informací bylo na berlínské konferenci 198 účastníků. Není překvapením, že v personálním zastoupení bylo nejsilnější Německo. Hned na druhém místě však byla Česká republika. Pravděpodobně nejpočetnější výprava (osmičlenná) dorazila z Brna. Zastoupeno bylo Polsko, Slovensko, Maďarsko, Velká Británie, a dokonce i Monako, Turecko a z mimoevropských zemí zde byli nejméně 2 účastníci z USA, a též nejméně 1 účastnice z Brazílie. Toto členění se týká státní příslušnosti institucí, odkud účastníci přijeli, nikoliv národnosti a státní příslušnosti osob, což by členění ještě více znepráhlednilo.

I když je nemožné vybrat nejzajímavější přednášky a postery, dovoluji si aspoň nabídnout výběr příspěvků účastníků známých čtenářům Bulletinu. S přednáškou Simultaneous VUV, Broadband UV-

NIR and Narrow High-resolution plasma spectroscopy for CF-LIBS vystoupil Pavel Veis z Bratislavy, David Milde z Olomouce poukázal na správné statistické zpracování a výpočet nejistoty naměřených veličin (Measurement Uncertainty – Quo Vadis?), Gábor Galbács z maďarského Szegedu pak nastínil přehled současné LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy-Current Status and Progress). Pokroky v hydridové technice představil Stanislav Musil z Prahy v přednášce Hydride Generation for Speciation Analysis of Arsenic, Stanislava Matějková, rovněž z Prahy, pak zaslouží uznání nejen za vědecký obsah přednášky o elektrotermickém vypařování (Verwendung der Elektrothermischen Verdampfung gekoppelt mit Atomemissionspektroskopie (ETV-ICP-OES) in der Analyse von kleinen Mengen der organischen und biologischen Proben), ale i za ukázkovou plynulou němčinu, kterou velmi ocenili rodilí mluvčí. Dle jejich ohlasů byl projev nesrovnatelně bohatší a květnatější, než jakého jsou schopni mnozí němečtí studenti, kteří užívají pouze jednoduché věty.

Z brněnské výpravy přispěla svou přednáškou o distribuci velikostí částic aerosolu do úterní odpolední sekce Markéta Holá (Time resolved monitoring of particles formed during laser ablation ICP-MS), v závěrečné sekci 23.3. odpoledne vystoupil Tomáš Vaculovič (LA-ICP-MS focused on bio-analysis) a poslední přednáškou završila konferenci Michaela Tvrdoňová (A new approach of antibodies labeling (NPs) by immunoassay with LA-ICP-MS detection). Obě tyto přednášky se týkaly mapování biologických tkání LA-ICP-MS (tzv. „bioimaging“). Viktor Kanický přednesl upoutávku na výroční 10. konferenci EMSLIBS 2019, která se bude konat v Brně, a dále zasedal ve vědeckém výboru konference. V. Kanický mj. vyzdvihl roli filozofů a přírodovědců, jako byli Kurt Gödel, Georg Placzek, Ernst Mach a Johann Gregor Mendel, kteří rozhodně mají německému prostředí co říci. Přednáška byla navíc podkreslena působivým obrazem, který diváky velice zaujal a mohli bychom ho nazvat „Měsíc nad Špilberkem“.

V posterové sekci jsme my účastníci z Masarykovy univerzity prezentovali příspěvky P7 Determination of sulfur in asphalt with Laser Induced Breakdown Spectroscopy using non-matrix matched standards (A. Hrdlička, J. Hegrová, K. Novotný, V. Kanický, D. Prochazka, J. Novotný, J. Klus, P. Modlitbová, P. Pořízka, J. Kaiser), P8 Utilization of acoustic signal in Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (K. Novotný, A. Hrdlička, J. Piše, E. Pospíšilová, P. Pořízka, J. Kaiser, V. Kanický), P14 Python as a tool for data evaluation in elemental analysis using LA-ICP-MS (V. Dillingerová, T. Vaculovič,

V. Kanický) a P17 Characterization of clay ground layers of paintings by means of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (E. Pospíšilová, K. Novotný, M. Holá, J. Hradilová, D. Hradil, V. Kanický).

První posterová sekce proběhla ve středu odpoledne po dobu asi 45 min a druhá pak ve čtvrtek odpoledne po dobu asi jedné hodiny. Výraz „asi“ je zcela namístě, protože postery byly vyvěšeny po celou dobu konference a účastníci o nich aktivně diskutovali i mimo vyhrazenou dobu. Odborná porota zhodnotila jejich obsah i formu a na konferenční večeři slavnostně vyhlásila nejlepší příspěvek. Stal se jím poster P16 Personal identification based on the visualization of metallic gunshot residues on latent fingerprints by LA-ICP-MS autorů: T. Pluháček, M. Švidrnoch, V. Maier, V. Havlíček, K. Lemr z Olomouce a Prahy. Vítězům blahopřejeme a můžeme doufat, že stejnou stopu zanechá (téměř tradičně!) někdo z tuzemských účastníků na další mezinárodní konferenci.

Konferenční večeře se konala ve čtvrtek v blízké Postupimi, kterou jsme si prohlíželi v paprscích zapadajícího slunce při vyhlídkové jízdě autobusem s odborným výkladem průvodkyně. Jízda z BAM na konferenční večeři se tak protáhla z běžných 45 na 105 minut. Postupim jsme doslova prokličkovali a prohlédli si za večerního šera směs památek i moderní výstavby. V úplné tmě jsme pak došli z parkoviště autobusů k hostinci, kde nás před vchodem čekal nápoj na uvítanou a velmi krásné ohnivé představení. Následovalo usazení ke stolům a činnosti na večeři obvyklé. Konferenční večeře i přestávky mezi přednáškami byly velmi dobře zásobeny jídlem a pitím, ze kterého si snad každý vybral podle své chuti. Je to naprostý protiklad ke konferencím ve Spojených státech.

Nedílnou součástí byla pro neněmecké účastníky prohlídka města, přesněji řečeno jen vybraných míst, a to soukromá, neboť v programu jí nebyl žádný čas vyhrazen. Ve skupině vedené zkušenou návštěvnicí Berlína Michaelou Tvrdoňovou jsme zavítali na Postupimské náměstí se zbytky Berlínské zdi, do místa konání Berlinále, na ulici se sídlem Německé spolkové rady, k zoologické zahradě, prohlédli jsme si prostranství před Spolkovým sněmem, Braniborskou bránou a posílení pouličním Currywurstem a pochutinami v kavárně Einstein jsme se přesouvali kolem Humboldtovy univerzity, Německé státní opery a berlínského Dómu k Televizní věži. Po občerstvení v tamní úpatní restauraci a nákupu v blízkém obchodním centru jsme se vyvezli do vyhlídkové bány ve výšce 206 m

nad okolím a kochali se světlými rušnými třídami potmělého Berlína.



Naše výprava před Braniborskou bránou.

Zleva: Veronika Dillingerová, Viktor Kanický, Tomáš Vaculovič, Aleš Hrdlička, Markéta Holá, Michaela Tvrdoňová

Berlín má toho hodně co nabídnout za poměrně přijatelné ceny, ale při jeho rozloze je třeba počítat s několikadenním výletem. Ačkoliv jsme se nenacházeli na úplném okraji města, jen cesta z místa ubytování nebo z konference do centra zabrala asi 50 minut, i když je město protkáno sítí podzemní a nadzemní dráhy (U-Bahn a S-Bahn) a linkami patrových autobusů, které spojují možnost přepravy a vyhlídkové jízdy za běžný tarif. Přepravu autem ve městě nelze doporučit. Ne snad kvůli zácpám, ale zaparkovat poblíž cíle je téměř nemožné. Pokud nenastane mimořádná událost, lze k dopravě z ČR do Berlína využít dálniční spojení, což byl i náš případ. Po závěrečném slovu organizátorů v pátek odpoledne a rozloučení jsme se tedy vydali na sedmihodinovou zpáteční cestu.

Závěrem zbývá jen poděkovat organizátorům i zúčastněným firmám za vydařenou akci v zajímavém prostředí a doporučit všem zájemcům o atomovou spektroskopii účast na další konferenci ESAS a/nebo CANAS.

Životní jubilea v roce 2018*

Jubilantům upřímně blahopřejeme a přežeme pevné zdraví do dalších let

Spektroskopická společnost JMM

85 let

Prof. Ing. Jaroslav Holeček, DrSc., Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Katedra obecné a anorganické chemie

80 let

RNDr. Milan Fara, CSc., EGÚ Praha Engineering a.s.

Doc. Ing. Vladimír Hnatowicz, DrSc., Ústav jaderné fyziky AV ČR

RNDr. Jaromír Hrdý, DrSc., Fyzikální ústav AV ČR

Prof. RNDr. Jan Janča, DrSc., Masarykova univerzita PřF KFE

Prof. RNDr. Rolf Karlíček, DrSc., UK Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

75 let

Mgr. Karel Jurek, CSc., Fyzikální ústav AV ČR

Ing. Věra Spěváčková, CSc., Státní zdravotní ústav

70 let

RNDr. Miroslav Flieger, CSc., Mikrobiologický ústav AV ČR

RNDr. Šárka Doškářová, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

65 let

Prof. RNDr. Vladimír Baumruk, DrSc., UK MFF Fyzikální ústav

Prof. Ing. Josef Čáslavský, CSc., VUT v Brně, Chemická fakulta

RNDr. Jiří Dybal, CSc., ÚMCH AV ČR

Ing. Věra Hamplová, CSc., Fyzikální ústav AV ČR

Ing. Václav Helán, 2 THETA ASE s.r.o.

Prof. Ing. Jan John, CSc., ČVUT FJFI

Prof. RNDr. Viktor Kanický, DrSc., Masarykova univerzita, PřF, Ústav chemie

Doc. RNDr. František Malíř, Ph.D., Univerzita Hradec Králové, PřF

Doc. RNDr. Jiří Pavluch, CSc., UK MFF

Ing. Miloslav Průša, INOLAB, spol. s r.o.

Ing. Jaroslav Rýdl, Spolek pro chem. a hutní výrobu

Ing. Petr Verner, CSc., Spectronex, spol. s r.o.

60 let

Ing. Jiří Čermák, CSc., Výzkumný ústav organických syntéz, a.s.

Doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Ing. Zbyněk Horák, Ústav jaderné fyziky AV ČR

Prof. Ing. Richard Hrabal, CSc., VŠCHT Centrální laboratoře

RNDr. Jan Jehlička, CSc., Česká zemědělská univerzita

Ing. Slavomíra Kubeková, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Ing. Jiří Lerch, Českomoravský cement a.s.

Ing. Miroslava Novotná, CSc., VŠCHT, Centrální laboratoře

Ing. Alena Šimáková, SVÚ Olomouc

Ing. Vladimír Šmigol, CSc., Waters GmbH

Ing. Eduard Světy, Třinecké železářny, a.s.

Jan Zaiml, ČEZ Jaderná elektrárna

55 let

RNDr. Vladislav Dřínek, CSc., Ústav chemických procesů AV ČR

Ing. Zuzana Fajfrová, LB MINERALS, s.r.o.

Prof. RNDr. Petr Hermann, Dr., UK Přírodovědecká fakulta

Prof. Ing. Lubomír Lapčík, Ph.D., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Prof. RNDr. Karel Lemr, Ph.D., Univerzita Palackého, PřF, Katedra analytické chemie

Ing. Monika Mrazíková, Pražské vodovody a kanalizace a.s.

Ing. Květa Sázavová, Preciosa a.s.

Prof. Ing. Jiřina Száková, CSc., Česká zemědělská univerzita

50 let

Ing. Josef Košata, Policie ČR, spr. hl. m. Prahy,

Doc. Mgr. Barbora Lapčíková, Ph.D., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Mgr. Stanislava Matějková, ÚOCHB AV ČR

RNDr. Tomáš Matoušek, Ph.D., Ústav analytické chemie AV ČR

Doc. Mgr. Karel Novotný, Ph.D., Masarykova univerzita, PřF, Ústav chemie

Miroslav Rudolf, Dekonta, a.s.

* u dříve narozených je uvedeno poslední pracoviště

Souhrny příspěvků přednesených na semináři Radioanalytické metody IAA 17

Jiří Mizera

Informaci o semináři pořádaném odbornou skupinou instrumentálních radioanalytických metod SSJMM, který se konal 28. června 2017 v Praze, přinesl již bulletin č. 177. Níže přinášíme souhrny přednesených příspěvků.

Letošní seminář IAA 18 se bude konat ve středu 27. června 2018. Děkujeme znovu za finanční podporu společností Canberra-Packard, s.r.o., ÚJV Řež, a.s. a NUVIA, a.s.



Stanovení kationové výměnné kapacity fukoidních pískovců pro Cs⁺ a Sr²⁺ v kolonách za dynamických podmínek

Štefan Palágyi¹, Hana Vodičková², Pavel Franta²

¹ Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze

² ÚJV Řež, a. s., Husinec-Řež

Kationová výměnná kapacita (KVK), označovaná v pedologii i jako maximální sorpční kapacita (MSK), určuje množství kationtů, kterou je sorpční komplex dané pevné fáze (např. zemina) schopný poutat na svém povrchu iontovou výměnou¹. V této práci pro stanovení MSK fukoidních pískovců (FP), při které byla použita pozadřová cenomanská podzemní voda (PCV), za dynamických kolonových podmínek byla indikátorová metoda použitím ¹³⁷CsNO₃ a ⁸⁵Sr₂(NO)₃, měřena gama spektrometricky. V tomto případě sorpční kapacita se nazývá průniková (dynamická) sorpční kapacita.

Byly zkoumané neporušené vzorky, tzv. vrtná jádra FP, o průměru cca 5 cm a výšce cca 10 cm, umístěna do skleněných kolon. Příprava a montáž kolon FP byla provedena v technologické laboratoři DIAMO s. p. OZ Těžba a úprava uranu v Stráži pod Ralskem, odkud pocházela i PCV. Prosakovací rychlost PCV byla 0,78 ± 0,01 cm/hod. Pro vyhodnocování průnikových čar (BTC) se použila metoda popsaná v práci², kde jsou uvedeny i některé fyzikální parametry kolon s FP a výsledky chemických analýz vzorků FP a PCV. Použitá metoda umožňuje odečítat

z prokládaných průnikových křivek i tzv. teoreticky vypočitatelně hodnoty MSK. Statické experimenty ukázaly, že k pozorovatelné sorpci dochází při koncentraci ¹³⁷CsNO₃ nebo ⁸⁵Sr₂(NO)₃ < 10⁻⁶ mol/dm³ PCV.

MSK byla vypočítána pro jednotlivé 5, 50, 90, a 100% průniky z hodnot aktivity PCV (obsahující prvek o koncentraci C) na výstupu z kolon s jádry FP (o hmotnosti M), jakož i z objemu protečené vodní fáze (V_n):

$$MSK [\text{mol}/100 \text{ g}] = V_n \cdot C \cdot 100/M$$

Výsledky měření a stanovení jsou uvedeny v Tabulce 1. Ze stanovení vyplývá, že hodnoty MSK a tím i KVK fukoidních písků (FP) pro Cs⁺ a Sr²⁺ za dynamických podmínek jsou poměrně nízké a dosahují zlomky μmol/100 g FP, přičemž KVK u stejných vzorků FP pro Cs⁺ je vyšší než pro Sr²⁺. Je vidět, že KVK pro Cs⁺ za dynamických (kolonových) podmínek je o necelý 1 řád nižší než u statických (vsádkových) podmínek. Kromě rozdílné sorpční kinetiky dynamické a statické metody, u kolonových experimentů dokonalý styk fází je značně omezený. Avšak metoda je bližší k reálným podmínkám, vyskytujícím se v přírodním prostředí.

Tabulka 1. Hodnoty protečených objemů PCV a experimentálních a teoretických MSK

Průnik %	Cs ⁺		Sr ²⁺	
	PCV, cm ³ exp	MSK, μmol/100g teor	PCV, cm ³ exp	MSK, μmol/100g teor
5	1412	1328	0,38	0,36
50	2664	2704	0,72	0,73
90	4957	4063	1,34	1,10
100	5741	5703	1,56	1,55

Pomocí fitování experimentálních dat (aktivita vs. počet pórových objemů) vhodnými teoretickými BTC byl zjištěn dobrý souhlas mezi experimentálními a teoretickými hodnotami KVK, které jsou měřítkem sorpčních vlastností FP. Vzhledem k převládajícímu mechanismu iontové výměny při záchytu Cs⁺ a Sr²⁺, kapacitní hodnoty jsou důležité zejména pro modelování transportu kontaminantů, které mají podobnou interakci s povrchem písku.

Tato práce byla podpořena MPO ČR v rámci programu TANDEM, smlouva č. FTTA3/070.

1. M. Marhol, Ion exchangers in analytical chemistry, Elsevier Science Ltd., Amsterdam, 1982, p. 585.
2. Š. Palágyi, P. Franta, H. Vodičková: J. Radioanal. Nucl. Chem., 286 (2010) 317-322.

Uplatnenie rádioanalytických metód pri analýze konštrukčných materiálov jadrových zariadení

Marcel Miglierini^{1,2,3}, Milan Štefánik¹, Lubomír Sklenka¹

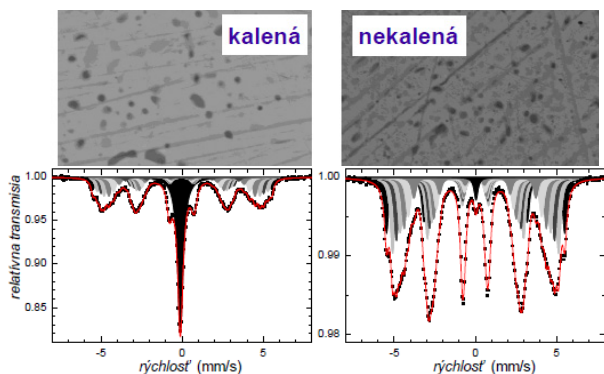
¹ Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze

² Fakulta elektrotechniky a informatiky, STU v Bratislave

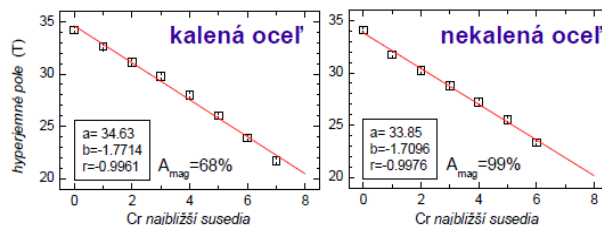
³ Slovenská spektroskopická spoločnosť, člen ZSVTS, Bratislava

Konštrukčné materiály jadrových zariadení sú počas svojej prevádzky náchylné na zmeny mikroštruktúry, keďže pracujú v náročných prevádzkových podmienkach. Pri skúmaní ich vlastností hrajú významnú úlohu tie rádioanalytické metódy, ktoré sú schopné sondovať najbližšie okolia konštitučných atómov. Na štúdium ocelí typu LC 200N sme použili Mössbauerovu spektrometriu a neutrónovú aktivačnú analýzu (NAA). Vzorok ocelí boli v stave po kalení ako aj pôvodné, t. j. nekalené. Ich morfológia bola skúmaná pomocou skenovacej elektrónovej mikroskopie (SEM).

Mössbauerova spektrometria je analytická metóda s vysokým diagnostickým potenciálom, ktorá využíva jadrové procesy. Jej energetické rozlíšenie je asi o päť rádov lepšie ako v prípade atómových spektier. Reflektuje štruktúrne usporiadanie a/aj magnetický stav rezonančných Fe atómov. Už z prvého pohľadu na spektrum je zrejmé, či konštitučné atómy vykazujú magnetické usporiadanie, alebo či sú nemagnetické. Táto skutočnosť je dobre viditeľná na spektrách z Obr. 1. Kým kalená oceľ vykazuje výraznú centrálnu absorpčnú čiaru, jej príspevok v nekalenej oceli je zanedbateľný a sotva je ho možné identifikovať. Tento spektrálny komponent reprezentuje austenitickú fázu v oceli. Šesťčiarové spektrálne komponenty sú pripísané magneticky usporiadanej feritickéj fáze. Pozostávajú z 8, resp. 7 samostatných sextetov, ktoré patria Fe atómom s rôznym počtom chrómových najbližších susedov v ich kryštalografickej mriežke. Ako vidno, Mössbauerova spektrometria je schopná identifikovať nielen prítomnosť cudzích prvkov v mriežke Fe, no zároveň sú príslušné spektrálne parametre závislé aj na počte týchto legujúcich atómov v najbližšom okolí Fe atómov.



Obr. 1 Obrázky získané pomocou SEM (hore) a zodpovedajúce Mössbauerove spektrá (dole) kalenej a nekalenej ocele LC 200N.



Obr. 2 Hodnoty hyperjenných polí sextetových komponentov Mössbauerových spektier kalenej a nekalenej ocele LC 200N.

Hodnoty hyperjenných polí jednotlivých sextetov Mössbauerových spektier na Obr. 2 vykazujú jasný lineárny pokles v závislosti od narastajúceho počtu Cr najbližších susedov rezonančných Fe atómov. Zároveň je možné určiť, že tento pokles je strmší pre kalenú oceľ (vid'. parameter b v legende Obr. 2). Z kvantitatívneho vyhodnotenia spektier sme zistili podiel magnetickej fázy, ktorý je 68 % a 99 % pre kalenú, resp. nekalenú oceľ.

Na obrázkoch získaných pomocou SEM, ktoré sú vidieť v hornej časti Obr. 1, je možné rozoznať tmavé oválne oblasti na svetlejšom pozadí. Rozdielny kontrast je spôsobený nerovnakými koncentraciami Cr. Kým vo svetlejšom objemovom materiáli je zastúpenie Cr asi 15 at. %, v tmavších oválnych oblastiach jeho podiel narastá až na 50 at. %. Tieto hodnoty boli stanovené pomocou energetickej disperznej spektrometrie (EDS), ktorá je súčasťou SEM.

S využitím NAA sme určili prítomnosť takých prvkov v oceli, ako sú už spomínaný Cr, no aj Mo, W a Mn. Zaujímala nás však hlavne Co, ktorý sa zvykne vyskytovať ako stopová nečistota v zliatinách Fe a po aktivácii vytvára dlhodobo žijúci rádioaktívny izotop ⁶⁰Co. Jeho zistené množstvo však bolo len tesne nad úrovňou stanoviteľnosti. To teda naznačuje, že skúmaná oceľ typu LC 200N je vhodným konštrukčným materiálom pre jadrové zariadenia, nakoľko po mozgnej aktivácii nevykazuje prítomnosť dlhodobo žijúcich rádionuklidov.

V tomto príspevku sme v krátkosti demonštrovali použitie vybraných rádioanalytických metód na vyšetrovanie vlastností ocelí typu LC 200N pre ich uplatnenie ako konštrukčných materiálov jadrových zariadení. Pomocou neutrónovej aktivačnej analýzy bola zistená prítomnosť legujúcich prvkov. Na druhej strane Mössbauerova spektrometria odhalila rozdielnosť v obsahu magnetických kryštalických fáz v kalených a nekalených oceliach. Tiež napomohla s detailnejšou analýzou najbližších okolí Fe atómov.

Práca bola podporená projektami GAČR 14-12449S, VEGA 1/0182/16 a Slovenskou spektroskopickou spoločnosťou, členom ZSVTS s nasledujúcim logom:



Stanovenie nízkych koncentrácií uránu metódou laserom indukovanej fluorescence pri použití komplexačných činidiel

Ivan Hupka, Alena Zavadilová

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze

Časovo rozlíšená laserom indukovaná fluorescenčná spektroskopia (TRLFS) je rýchla a jednoduchá metóda stanovenia nízkych koncentrácií atómov a molekúl (rádovo až 10^{-12} mol/l^{1,2}) vo vodných roztokoch, ktoré vykazujú po interakcii s fotónmi zo zdroja laserového žiarenia luminiscenčné vlastnosti. Týmto spôsobom môžu byť v roztokoch stanovené hlavne lantanoidy a aktinoidy (napr. Eu, U, Am, Cm), majúce svoje charakteristické absorpčné a emisné spektrum, ako i dobu života luminiscencie τ . Za laboratórnych podmienok vykazuje urán tieto vlastnosti vo forme molekuly UO_2^{2+} . Pre potlačenie efektu zhášania fotónov a predĺženie hodnoty τ je uranylový kation komplexovaný pomocou činidiel na báze fosforečnanov (v tomto experimente boli použité H_3PO_4 a komerčne dostupný Uraplex).

Ako zdroj budiaceho žiarenia bol použitý Nd:YAG laser v zapojení s optickým parametrickým oscilátorom (OPO), pomocou ktorého bolo možné ladiť excitačnú vlnovú dĺžku, ktorá v tomto prípade činila 418 nm (oblasť absorpčného maxima pre uranyl). Pre detekciu bol použitý systém monochromátoru a ICCD kamery. Všetky merania prebehli pri konštantnej teplote 20°C za použitia kremenných kyviet s optickou dráhou 10 mm.

Koncentračné merania uránu boli počítané na základe integrálneho počtu impulzov emisného spektra v intervale vlnových dĺžok 434 až 605 nm v rôznych maticiach – NaNO_3 , NaCl , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 a v portlanditovej vode (t.j. nasýtený roztok $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Všetky roztoky boli okyslené pomocou HNO_3 a následne komplexantom na hodnotu pH 1, tak aby sa zabránilo hydrolyze a tvorbe karbonátových špecií s uranylovým kationom. Kalibračné roztoky boli pripravené v rozsahu 50 až 200 $\mu\text{g/l}$ a slúžili na prevedenie vzťahu intenzity na koncentráciu pomocou kalibačných kriviek. Vstupná hodnota koncentrácie uránu vo vzorkách bola 100 $\mu\text{g/l}$ a zmesi boli pripravené zo zásobného roztoku $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$. Pre určenie parametru τ bola premeraná časová závislosť intezity luminiscencie na použitej matici, koncentracii chloridov a komplexačného činidla (viď Tab. 1 a 2). Bolo zistené, že prítomnosť K^+ a Ca^{2+} iónov v dusičnanovej matici zvyšuje intenzitu signálu a chloridové anióny spôsobujú jednak zníženie počtu impulzov, tak aj dobu dosvitu luminiscencie uranylového komplexu bez ohľadu na prítomnosť kationov prvkov z I.A a II.A skupiny.

Tab. 1 Doba dosvitu luminiscencie (uvedená i so smerodajnou odchýlkou) pre komplex uranylu v HNO_3 s H_3PO_4 a v rôznych maticiach s rozličnou koncentráciou v roztoku

Matrica	c (matrica) [$\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$]	$\tau \pm s$ [μs]
—	—	$109,3 \pm 0,4$
KNO_3	$1\cdot 10^{-2}$	$115,00 \pm 0,04$
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$1\cdot 10^{-2}$	$123,2 \pm 0,4$
CaCl_2	$1\cdot 10^{-4}$	$45,28 \pm 0,01$
	$1\cdot 10^{-3}$	$1,45 \pm 0,05$ $7,43 \pm 0,01$
	$1\cdot 10^{-2}$	< 1
	$5\cdot 10^{-2}$	< 1

Tab. 2 Doba dosvitu luminiscencie (uvedená i so smerodajnou odchýlkou) pre komplex uranylu v HNO_3 s uraplexom a v rôznych maticiach s rozličnou koncentráciou v roztoku

Matrica	c (matrica) [$\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$]	$\tau \pm s$ [μs]
—	—	$207,4 \pm 9,7$
KNO_3	$1\cdot 10^{-2}$	$232,5 \pm 16,6$
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$1\cdot 10^{-2}$	$231,5 \pm 1,8$
CaCl_2	$1\cdot 10^{-4}$	$223,1 \pm 5,9$
	$1\cdot 10^{-3}$	$145,6 \pm 1,8$
	$1\cdot 10^{-2}$	$25,3 \pm 0,1$
	$5\cdot 10^{-2}$	< 1

Pre doplnenie doterajších meraní bolo pripravené i modelové štúdium špeciácie uránu v jednotlivých roztokoch s maticami a s H_3PO_4 pomocou programu PHREEQC. Z tohto modelu bolo zistené, že najviac zastúpená chemická forma uránu je $\text{UO}_2\text{H}_5(\text{PO}_4)_2^+$ v každej kombinácii roztoku s maticou.

Tento výskum bol finančne podporený grantom SGS 16/250/OHK4/3T/14.

1. Moulin C. et al., Applied Spectroscopy. Vol. 52, Number 4 (1998) 528-535.
2. Rathore D.P.S., Talanta 77 (2008) 9-20.

Využití počítačem řízené aparatury pro preparaci mikrovzorků za účelem radiouhlíkového datování s využitím AMS

Pavel Šimek^{1,2,3}, Ivo Světlík^{1,2,3}, Natálie Megisova^{1,2}

¹ Ústav jaderné fyziky AVČR, v.v.i., Husinec-Řež

² Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze

³ Archeologický ústav AVČR, v.v.i., Praha

Radiouhlíkové datování představuje exaktní datovací metodu a jejím průkopníkem byl kolektiv profesora F. W. Libby v 50. letech minulého století. Jedná se o nejvýznamnější a nejpoužívanější aplikaci stanovení ^{14}C . V rámci uhlíkového koloběhu v přírodě vzniká ^{14}C relativně stabilní rychlostí v horní části atmosféry interakcí ^{14}N s kosmickým zářením, a to reakcí $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$. Radiouhlík je dále poměrně rychle oxidován na $^{14}\text{CO}_2$. Následně pomocí fotosyntézy je $^{14}\text{CO}_2$ asimilován rostlinami a přenášen potravním řetězcem. Aktivity ^{14}C v ovzduší i tkáních rostlin a živočichů jsou proto téměř totožné. Pokud došlo k izolaci vzorku z uhlíkového koloběhu, dochází k poklesu aktivity ^{14}C následkem radioaktivní přeměny. Vzhledem k poločasů přeměny ^{14}C ($T_{1/2} = 5730$ let) činí dosah radiouhlíkové metody přibližně 40 až 50 tisíc let.¹

Postup analýzy mikrovzorku pro radiouhlíkové datování pomocí AMS začíná zvolením vhodného postupu zpracování. Následuje izolace a čištění datovatelné chemické formy uhlíku. Pro předúpravu vzorku se používá metoda acid-alkali-acid (AAA). Po předúpravě je vzorek vysušen. Vzorek s přidávkou CuO je pod vakuem zataven do ampule z křemenného skla a spálen při teplotě $900\text{ }^\circ\text{C}$. Přípravený CO_2 je sušen a dávkován ke grafitizaci. Redukci provádíme v uzavřené ampuli pomocí par Zn za katalytického působení Fe . Použitým postupem je potlačena tvorba rušivých molekulárních iontů při AMS měření. Urychlovačová hmotnostní spektrometrie (Accelerator Mass Spectrometry – AMS) umožňuje převést na detektor v průběhu krátkodobého měření několik procent atomů ^{14}C od vzorku. Hmotnosti uhlíku od vzorku jsou proto kolem 1 mg .²

Ve vzorcích k datování jsou obsaženy cizorodé příměsi, které je nutné odstranit. Mobilní chemické formy uhlíku způsobují významné ovlivnění výsledku datování. Patří mezi ně především huminové a fulvo kyseliny, které stáří vzorku zpravidla zdánlivě snižují. Dále přítomnost karbonátové formy uhlíku významně ovlivňuje výsledek datování, kdy může být zdánlivě snížen i zvýšen. Acido-Alkali-Acid (AAA) metoda se zakládá na střídavém loužení v kyselém (odstranění karbonátových forem), neutrálním a alkalickém prostředí (odstranění huminových a fulvo kyselin). Metodu AAA lze použít pro předúpravu vzorků

uhlíků, dřeva a také při zpracování kolagenu ze vzorků kostí. Finální loužení probíhá v kyselém roztoku za účelem zamezení kontaminace atmosférickým CO_2 .³

Pro předúpravu mikrovzorků pomocí metody AAA jsme v naší laboratoři sestavili automatickou jednotku řízenou počítačem (Obr. 1). Vzorek je vsazen do skleněné jednocestné kyvety o objemu 10 ml. Kyveta je utěsněna zátkou s kapilárami pro přívod a odvod roztoků. Automat se skládá z připravených roztoků HCl , NaOH a destilované vody, které jsou dle aktuálně zvoleného programu vedeny pomocí kapilár přes přepínací ventil a peristaltickou pumpu do kyvety se vzorkem. Poté, co proběhne loužení vzorku v kyvetě, je roztok odváděn do odpadní nádoby. V závislosti na typu vzorku lze kyvetu umístit do termobloku vyhřátého na teplotu $90\text{ }^\circ\text{C}$ nebo ponechat volně ve stojanu. V současném uspořádání lze na automatu během jednoho cyklu, který trvá cca 17 až 30 hodin, zpracovat 6 vzorků stejného typu. Automat úspěšně provozujeme v naší laboratoři již 2 roky. Přibližně $\frac{1}{4}$ zpracovaného materiálu jsou vzorky s archeologicky ověřeným stářím.



Obr. 1 Automatická jednotka pro preparaci mikrovzorků pomocí metody AAA.

1. Světlík I, Povinec PP, Molnár M, Meinhardt F, Míhálek V, Simon J, Svingor E. 2010. Estimation of long-term trends in the tropospheric $^{14}\text{CO}_2$ activity concentration. *Radiocarbon* 52(2–3):815–22.
2. Xu X, Trumbore SE, Zheng S, Southon JR, McDuffee KE, Luttgen M, Liu JC. 2007. Modifying a sealed tube zinc reduction method for preparation of AMS graphite targets: reducing background and attaining high precision. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* 259:320–329.
3. Sakamoto M, Kodaira A, Imamura M. 2004. An automated AAA preparation system for AMS radiocarbon dating. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 223–224:298–301.

Žáruvzdorná ZrCxNyOz keramika pro pokročilé jaderné systémy

Jan Kujan¹, Martin Daňo¹, Lucas Dos Santos², Kristína Sihelská^{1,3}, Michal Galamboš⁴, Jan John¹

¹ Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze

² Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina

³ Centrum výzkumu Řež, s.r.o., Husinec-Řež

⁴ Přírodovědecká fakulta UK, Bratislava

Snaha zlepšování jaderné bezpečnosti a minimalizaci jaderných odpadů vede k neustálému vývoji nových materiálů. Porézní materiály na bázi karbidů a nitridů jsou považovány za potenciální kandidáty, které by plnily funkci sorbentů aktinidů a štěpných produktů s následným uložením do úložiště, nebo by se využily přímo jako inertní matrice jaderného paliva nebo transmutačních terčů. Tyto materiály mají nízký účinný průřez pro zachyt tepelných neutronů, vysokou tepelnou vodivost a vysoký bod tání^{1,2}.

Karbid zirkonia (ZrC) má výhodu oproti jiným žáruvzdorným keramikám (SiC, nitridy) v tom, že bod tání ZrC (3400 °C) má oproti nim vyšší. Výhodou se zdá být i menší odolnost vůči oxidaci, protože vzniklá oxidační vrstva může zabránit migraci radionuklidů z aktivní zóny reaktoru. Další výhodou je, že nebyla pozorována amorfizace ZrC v důsledku ozařování. Nevýhodou je nízká adsorpční kapacita, kterou je možné zvětšit vhodnou konstrukcí materiálu, například přípravou mikrosfér^{3,4}.

Cílem tohoto příspěvku je získání základních údajů o adsorpci Eu a Am jako zástupců minoritních lanthanoidů a aktinoidů na karbidu zirkonia připraveném karbonitridací kompozitu polyakrylonitrilu s polyzirkonxanem.

Energiově disperzní spektroskopie. Výsledky energiově disperzní spektroskopie napovídají, že proces karbonitridace není rovnoměrný. Toto tvrzení je již možné vyvodit z různě zbarveného produktu karbonitridace. Byly analyzovány 3 náhodně vybrané částice. Částice představovala úlomek kuličky PAN. Tři měření byla provedena měřením plochy. Hmotnostní zastoupení zirkonia ve vzorku pro plošné měření bylo stanoveno pro 1. částici 33,41 %, pro 2. částici 40,77 % a pro 3. částici 77,47 %. Obsah uhlíku pro 1. a 2. částici kolem 50 %. Pro částici 3 jenom 11 %. Z výsledků je možné vypočítat přibližné složení. Dos Santos a kol. uvádí $ZrC_{0,62}(O,N)_{0,3}$ ⁵. Podle našich výpočtů je složení vzorku pro částici 1 $ZrC_{11,44}N_{1,2}O_{1,73}$ pro částici 2 je to $ZrC_{10,24}O_{0,59}$ a pro částici 3 je složení $ZrC_{1,09}N_{0,79}O_{0,14}$. Dále je možné předpokládat, že měření úlomků PAN kuliček nebylo vykonáno s ohledem na to, která část částice (vrchní nebo vnitřní) se měřila.

Adsorpce americia a europia. Adsorpční rovnováha europia se ustálila do 30 minut, kde dosáhla

maximum procenta adsorpce 99 %. Pro americium se nedá říct, kdy se ustálila adsorpční rovnováha. Z toho důvodu byly namodelovány formy Am pomocí freeware HYDRA/MEDUSA. Jedinou chemickou formou ve vodné fázi je při pH = 5 prakticky jenom Am^{3+} . Předpokládáme, že žádná hydrolyzovaná forma Am se v naší soustavě nenachází. Důvodem neustálení adsorpční rovnováhy pro Am tedy může být velmi malé množství americia v roztoku. Hodnoty procenta adsorpce jsou proto nereprodukovatelné. Pro americium neexistuje vhodný neradioaktivní analog, který by navýšil jeho koncentraci v roztoku. Z toho důvodu byla změřena izoterma pouze pro europium. Maximální vypočtené množství sorbované na povrchu vzorku je podle Freundlicha $(0,0069 \pm 0,0067) \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$ s $R^2 = 0,8263$, podle Langmuira $(0,00036 \pm 0,00003) \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$ s $R^2 = 0,9512$. Výsledek konvergence fitu podle Freundlicha je 47 % a podle Langmuira 100 %.

Metodou energiově disperzní spektroskopie jsme získali stechiometrické složení vzorku zirkonia. Toto složení však nelze považovat za přesné. Náhodně vybrané částice ze vzorku na měření poskytly různé hodnoty. To bylo s největší pravděpodobností způsobeno metodou přípravy vzorku, konkrétně nerovnoměrně probíhající karbonitridací (proud dusíku pravděpodobně nedosáhl nižších vrstev materiálu). Adsorpční rovnováha europia se ustálila do 30 minut. Závislost procenta adsorpce americia na době kontaktu fází nevykazovala žádný trend. To bylo pravděpodobně způsobeno malým množstvím americia v roztoku. Maximální množství europia sorbovaného na vzorku kompozitu podle Freundlicha $(0,0069 \pm 0,0067) \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$ a podle Langmuira $(0,00036 \pm 0,00003) \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$ adsorpčního modelu. Hodnota měrného povrchu byla stanovena na $36 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Tato studie byla podpořena grantem SGS15/216/OHK4/3T/14 a projektem LQ1603 Výzkum pro SUSEN a infrastrukturou Udržitelná energetika (SUSEN) vybudovanou v rámci projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0108.

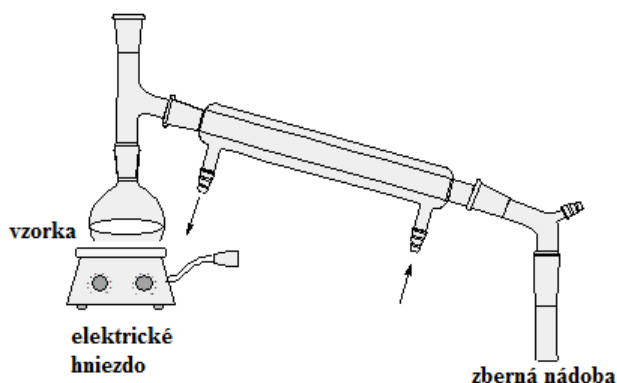
1. Konings RJM., Bakke K., Boshoven JG., Conrad R., Hein H. J. Nucl. Mater. 254 (1998) 135-142.
2. Minato K., Ogawa T, Koya T, Sekino H, Tomita T. J. Nucl. Mater. 279 (2000) 181-188.
3. Snead LL., Katoh Y., Kondo S. J. Nucl. Mater. 399 (2010) 200-207.
4. Griffith CS., Reyes MDL., Scales N., Hanna J. V., Luca V. ACS Applied Materials & Interfaces 2(12) (2010) 3436-3446
5. Dos Santos L., Vaccaro J., Luca V. [nepublikované výsledky].

Stanovenie ^{79}Se v rádioaktívnych koncentrátoch

Silvia Dulanská, Bianka Horváthová, Lubomír Mátel, Boris Remenec

Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Na základe rozhodnutia Úradu jadrového dozoru SR je uzákonená povinnosť deklarovať 19 kritických rádionuklidov v rádioaktívnych odpadoch, medzi ktoré patrí aj ^{79}Se . Rádioizotop ^{79}Se vzniká neutrónovou aktiváciou ^{78}Se a tiež ožiarení jadrového paliva v jadrovom reaktore pomocou štiepenia ^{235}U v aktívnej zóne reaktora. ^{79}Se je β^- žiarič s maximálnou hodnotou beta energie $E_{\max} = 150,9$ keV a premieňa sa na $^{79}\text{Br}^1$. V súčasnosti doba polpremeny ^{79}Se je stanovená na $T_{1/2} = 3,7 \cdot 10^5$ r^{2,3}. Dlhodobé migračné správanie sa ^{79}Se závisí od jeho špeciácie, ktorá je ovplyvnená hodnotou pH a redoxným potenciálom prostredia. Špeciácie selénu sa transportujú difúziou, adsorpciou, desorpciou, prenosom vodou a rastlinami. Počas transportu dochádza k transformačným procesom vplyvom geochemických podmienok ako k oxidácii, redukcii, mineralizácii, imobilizácii a k vyparovaniu. Vzhľadom k neznámemu oxidačnému stavu selénu v rádioaktívnych odpadoch je dôležité sledovanie správania sa selénu vo všetkých oxidačných stavoch⁴. Pre stanovenie selénu ^{79}Se v rádioaktívnych odpadoch a v environmentálnych vzorkách musí byť selén chemicky odseparovaný od prvkov matrice a iných rádionuklidov, kvôli jeho nízkej koncentrácii vo vzorkách a tiež kvôli iným beta emitujúcim rádionuklidom. V predloženej práci sa optimalizovala metóda destilácie pre separáciu ^{79}Se . Použitá destilačná aparatúra bola zložená z destilačnej banky o objeme 250 cm³, Liebigovho chladiča, zbernej nádoby (centrifugačná skúmavka o objeme 50 cm³) a z elektrického ohrevného hniezda (viď Obr.1).



Obr. 1 Použitá destilačná aparatúra.

Ako vhodné prostredie na účinnú destiláciu selénu sa zvolilo prostredie (4 - 6,5) mol·dm⁻³ HCl. Zistilo sa, že destilácia selénu neprebíha bez prídavku 18,31 mol·dm⁻³ HBr, optimálny objem HBr predstavuje 7 cm³ na 50 cm³ destilovaného množstva. Počas destilácie sa stanovil minimálny objem

destilátu o objeme 35 cm³ a množstvo nosiča Se^{4+} v rozsahu (5 - 15) mg. Po destilácii sa stanovil gravimetricky chemický výťažok ^{79}Se pridaním 2 cm³ TiCl_3 a 2 g $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ na redukcii selénu. Následne sa zrazenina rozpustila v 5 cm³ 14,35 mol·dm⁻³ HNO_3 . Roztok sa vysušil do sucha a potom sa pridalo 5 cm³ 0,1 mol·dm⁻³ HNO_3 . Vzorka sa opäť vysušila, týmto krokom sa odstránil interferent ^3H . Vzorka sa zaliala 3 cm³ 0,05 mol·dm⁻³ HCl. Na odstránenie ďalších interferentov ako ^{60}Co sa použilo 0,7 g kationvýmenného sorbentu, ktorý sa kondicioval 10 cm³ 0,05 mol·dm⁻³ HCl. Eluát sa následne zmeral na HPGe detektore kvôli overeniu správneho odstránenia interferentov. Po očistení sa vzorka zmiešala s 15 cm³ scintilačného kokteilu Ultima Gold™ AB a ^{79}Se sa meral v okne ^{14}C na TriCarb 3100 TR (PerkinElmer) v energetickom okne (0 - 156 keV).

Metóda stanovenia ^{79}Se sa aplikovala na stanovenie ^{79}Se v rádioaktívnych koncentrátoch pochádzajúcich z jadrových elektrární na území SR, ktoré sú vyznačené v Tab. 1.

Tab. 1 Výťažky stanovenia ^{79}Se v rádioaktívnych koncentrátoch.

Vzorky	V [cm ³]	A (^{79}Se) ± U [Bq·g ⁻¹ , Bq·dm ⁻³]	R ± U [%]
5281	30	< 1,1	68 ± 8
	50	< 0,8	60 ± 6
5282	40	< 0,8	79 ± 7
	50	< 0,6	78 ± 8
K4	40	< 0,9	69 ± 7
	45	< 0,7	74 ± 6
4842	30	< 1,3	64 ± 7
EBO V2	50	< 0,5	93 ± 6

Táto práca bola realizovaná vďaka Grantu UK/230/2016 - Štúdium separácie ^{79}Se metódou extrakčnej chromatografie v rádioaktívnych odpadoch.

1. Lehto, J., Hou, X.: Chemistry and Analysis of Radionuclides, Laboratory Techniques and Methodology, 2011.
2. Ashworth, D.J., Shaw, G.: Soil migration, plant uptake and volatilisation of radio-selenium from a contaminated water table, Science of the Total Environment 370, 2006.
3. Sharma, N.: Soil Microbe Interaction and its Impact on Selenium uptake by Allium species, Department of Biotechnology & Environmental Sciences, Thapar University, 2010.
4. Farkašová, I., Žemberyová M.: Stanovenie a špeciácia selénu v biologickom materiáli a vo vzorkách životného prostredia technikami metódy AAS, Chemické Listy 93, 1999.

Stanovení ultrastopových koncentrací ^{232}Th a ^{238}U v materiálech pro experiment SuperNEMO radiochemickou neutronovou aktivační analýzou

Jan Kučera, Jan Kameník

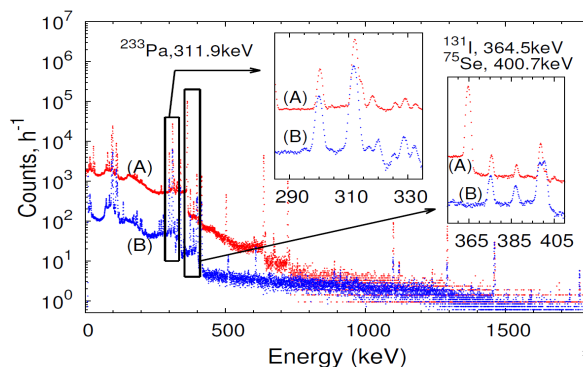
Ústav jaderné fyziky AVČR, v.v.i., Husinec-Řež

SuperNEMO¹ je jedním z experimentů zkoumajících vzácné jaderné procesy a přeměny, v tomto případě bezneutrinový dvojitý beta rozpad ^{82}Se , který by znamenal porušení zákona zachování leptonového čísla a vedl by k nové fyzice mimo Standardní model. Z dosud provedených experimentů vyplynula jen horní hranice poločasu přeměny 10^{24} let. Je zřejmé, že pro úspěch měření takových vzácných přeměn hraje zásadní roli minimalizace pozadí v podzemních laboratořích. Kromě silného potlačení pozadí od kosmického záření je nezbytné kontrolovat i pozadí způsobené přirozenými radionuklidy ^{232}Th a ^{238}U a jejich dceřinými produkty ve všech součástech detekčního systému. V současné fázi experimentu SuperNEMO se 7 kg radionuklidu ^{82}Se (Demonstrator) je požadováno, aby v oblasti bezneutrinového dvojitého beta rozpadu nebyl detekován žádný pozadový impulz za 2,5 roku. Ke kontrole nepřítomnosti radioaktivních nečistot v materiálech detektoru jsou meze detekce radiometrických metod nedostatečné a je nutné použít metod počítání atomů, např. hmotnostní spektrometrii nebo neutronovou aktivační analýzu. Proto jsme v této práci testovali několik postupů radiochemické neutronové aktivační analýzy (RNAA) pro stanovení ^{232}Th a ^{238}U ve vzorcích ^{82}Se a Cu, které jsou důležitými součástmi SuperNEMO detektoru.

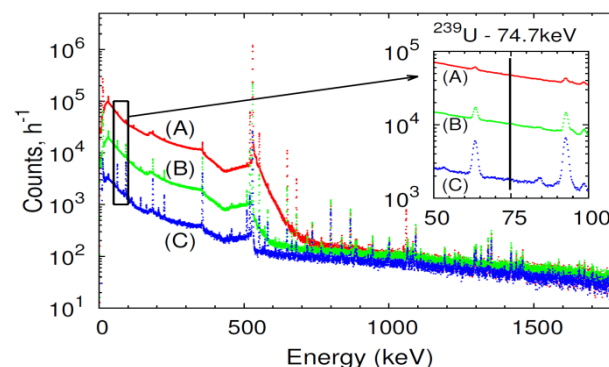
Pro stanovení ^{232}Th jsme využili jaderné reakce $^{232}\text{Th}(n,\gamma)^{233}\text{Th} \rightarrow ^{233}\text{Pa}$ ($T_{1/2}=27,0$ d). Vzorky vysoce obohaceného (80 %) ^{82}Se nebo $^{82}\text{SeO}_2$ a $^{\text{nat}}\text{Cu}$ o hmotnosti 50-100 mg jsme ozařovali 20 h hustotou toku tepelných neutronů $4 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ v jaderném reaktoru LVR-15 (Centrum výzkumu Řež, s.r.o.). Po vymírací době 30 dnů jsme vzorky rozpustili v 7 M HNO_3 a provedli separaci ^{233}Pa . Nejvhodnějším způsobem separace ^{233}Pa se ukázalo dělení na chromatografické koloně s materiálem TRU resin (Triskem International, Francie) - viz. Obr. 1, spektrum B - a měření gama záření zachyceného ^{233}Pa o energii 311,9 keV studnovým HPGe detektorem o objemu 150 cm^3 po dobu 4 h. V dříve použitém postupu² se separací ^{233}Pa extrakcí 5% TOPO v toluenu byl problém, když jeden vzorek ^{82}Se vykazoval vysokou aktivitu ^{131}I ($T_{1/2}=8,02$ d). Při obohacování ^{82}Se zřejmě došlo ke kontaminaci izotopem ^{130}Te a vzniku ^{131}I jadernou reakcí $^{130}\text{Te}(n,\gamma)^{131}\text{Te} \rightarrow ^{131}\text{I}$ (viz Obr. 1, spektrum A).

Ke stanovení ^{238}U ve vzorcích ^{82}Se a Cu jsme využili reakce $^{238}\text{U}(n,\gamma)^{239}\text{U}$ ($T_{1/2}=23,4$ min.). Vzorky ^{82}Se nebo $^{82}\text{SeO}_2$ a $^{\text{nat}}\text{Cu}$ o hmotnosti 50-100 mg jsme

ozařovali 3 min hustotou toku tepelných neutronů $3 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve výše uvedeném reaktoru. Po vymírací době cca 10 min jsme vzorky rozpustili v 7 M HNO_3 a separovali ^{239}U extrakcí 50 % TBP v toluenu. Při měření fotonů o energii 74,7 keV uvedeným studnovým HPGe detektorem po dobu 1 h rušila aktivita ^{83}Br ($T_{1/2}=2,4$ h, $E_\gamma=529,6$ keV) vzniklá reakcí $^{82}\text{Se}(n,\gamma)^{83}\text{Se} \rightarrow ^{83}\text{Br}$ (viz. Obr. 2, spektrum A).



Obr. 1 Spektra záření gama při stanovení ^{232}Th ve vzorku ^{82}Se metodou RNAA (A-extrakce TOPO, B-chromatografie TRU resin)



Obr. 2 Spektra záření gamami stanovení ^{238}U ve vzorku ^{82}Se metodou RNAA

Tuto interferenci jsme podstatně snížili srážením $\text{Ag}_2^{83}\text{SeO}_3$ a Ag^{83}Br před extrakcí ^{239}U (viz. Obr. 2, spektra B a C). Optimalizací postupů RNAA jsme docílili mezi detekce ^{232}Th $8 \cdot 10^{-2} \mu\text{Bq}$ v $^{\text{nat}}\text{Cu}$ a $4 \mu\text{Bq}$ v ^{82}Se a mezi detekce ^{238}U $0,2 \mu\text{Bq}$ v $^{\text{nat}}\text{Cu}$ a $4 \mu\text{Bq}$ v ^{82}Se , tedy hodnoty o několik řádů nižší než radiometrickými metodami a běžnými postupy ICP-MS.³ Ve vzorcích $^{\text{nat}}\text{Cu}$ jsme našli koncentraci ^{232}Th $1,6 \pm 0,2 \mu\text{Bq g}^{-1}$ a ^{238}U $< 1,6 \mu\text{Bq g}^{-1}$. Ve vzorcích ^{82}Se a $^{82}\text{SeO}_2$ jsme zjistili koncentrace ^{232}Th v rozmezí $7,7 \pm 1,2$ až $860 \pm 30 \mu\text{Bq g}^{-1}$, zatímco koncentrace ^{238}U činila $< 4 \mu\text{Bq g}^{-1}$. Prokázali jsme tak důležitost použití RNAA pro stanovení ultrastopových koncentrací dlouhodobých radionuklidů.

Tato práce byla podpořena projekty GA ČR P108/12/G108 a MŠMT LM2015056 a LM2015074.

1. Arnold R. et al., Eur. Phys. J. C 70 (2010) 927–943.
2. Kučera J., Kameník J., Povinec P.P., J. Radioanal. Nucl. Chem. 311 (2017) 1299–1307.
3. Hou X. et al., J. Radioanal. Nucl. Chem. 309 (2016) 1283–1319.

Selektivita tvorby komplexů dvojmocných iontů s makrocyclickými ligandy v nitrobenzenu

Petr Vaňura¹, Emanuel Makrlík², Pavel Selucký³

¹ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

² Česká zemědělská univerzita v Praze

³ ÚJV Řež, a. s., Husinec-Řež

Extrakce iontů a nabitých komplexů v systému voda-nitrobenzen za přítomnosti kyselé formy nebo soli velkého hydrofobního anionu, např. dikarbollyl-kobaltitanu, probíhá jako kapalná iontová výměna kationtů mezi oběma fázemi. Přenos kationtu přes fázové rozhraní probíhá nezávisle s tím, že je nutno zachovat podmínku elektroneutality obou fází. Hodnota rozdělovacího poměru je pak dána velikostí individuálních extrakčních konstant vyměňovaných iontů.

V případě dvojmocných kovových iontů je příslušná individuální extrakční konstanta malá. Hodnota rozdělovacího poměru kovů však může být značně zvýšena přidávkou vhodného hydrofobního ligandu L, který vytváří příslušným iontem lépe extrahovatelný komplex. Ve většině případů se jedná o inkluzní komplexy, ve kterých je extrahovaný ion umístěn uvnitř dutiny, tvořené funkčními skupinami ligandu. Kromě zvýšení rozdělovacího poměru lze přidávkou ligandu dosáhnout také lepší vzájemné separace iontů.

Jako ligandy lze užít acyklické sloučeniny, obsahující řadu aminových, amidických, esterových nebo fosfátových skupin, schopných vytvářet s kovem cyklické cheláty¹⁻³.

Tyto ligandy jsou často dodávány komerčně jako X-ionophore, kde X představuje kovový ion. Tyto ionofory ale často vykazují afinitu i k jiným iontům, než mají v názvu. Ligandy, které obsahují fosfor, mají velkou afinitu k UO_2^{2+} . Další skupinu představují přírodní cyklické sloučeniny, jako valinomycin, nonactin, beauvericin, antamanid, surfactin nebo hymenistatin I. Prvé tři ligandy vykazují významnou selektivitu k iontu Ca^{2+} . Dále sem patří substituované i nesubstituované crowny a kalixareny.

Třeba říci, že afinita těchto ligandů ke dvojmocným kovům se značně liší, pohybuje se řádově od $\log K(\text{ML}^{2+})_{\text{org}} = 5$ až k $\log K(\text{ML}^{2+})_{\text{org}} = 20$, kde

$$K(\text{ML}_{\text{org}}^{2+}) = \frac{[\text{ML}]_{\text{org}}^{2+}}{[\text{M}]_{\text{org}}^{2+} [\text{L}]_{\text{org}}}$$

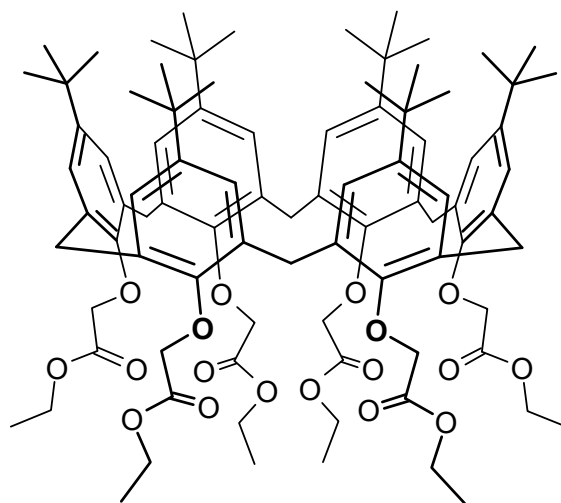
Jako slibný ligand pro separaci iontu Ca^{2+} se ovšem jeví Calcium Ionophore I kde lze dosáhnout

separačních faktorů $\log \alpha(\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}) = 3,4$ a $\log \alpha(\text{Ba}^{2+}/\text{Ca}^{2+}) = 4,5$.

Za zmínku stojí hodnota $\alpha(\text{Ca}^{2+}/\text{Sr}^{2+}) = 10^4$, dosažená při extrakci pomocí *p*-tert-butylcalix[4]aren-tetrakis(*N,N*-diethylacetamidu), která je větší, než pro Calcium Ionophore I.

Velká část sledovaných ligandů projevuje v nitrobenzenu vysokou afinitu k olovu. Ta byla zjištěna u řady čtyřčlenných kalixarenů, zejména *p*-tert-butylcalix[4]arene-tetrakis(*N,N*-diethylacetamidu) ($\log K(\text{PbL}^{2+})_{\text{nb}} = 21,3$) a tert-butylcalix[4]arene-tetrakis[2-(diphenylphosphoryl)ethyl-etheru] ($\log K(\text{PbL}^{2+})_{\text{nb}} = 21,2$). Druhý jmenovaný je dodáván pod názvem Calcium ionophore VI a ačkoliv jeho afinita k vápníku je vysoká ($\log K(\text{CaL}^{2+})_{\text{nb}} = 19,9$), je nižší, než pro Pb^{2+} .

Další pozoruhodnou skutečností je velmi vysoká afinita Cesium Ionophore I (Calix[6]arene-hexaacetic acid hexaethyl ester) a zejména Cesium Ionophore II (4-tert-Butylcalix[6]arene-hexaacetic acid hexaethyl ester, viz Obr. 1) k barnatému kationu. Hodnota $\log \beta(\text{BaL}^{2+})_{\text{nb}} = 16$ (L = Cesium Ionophore II – viz Obr. 1) a neobyčejně vysoká je v systému voda - nitrobenzen - dikarbollyl-kobaltitan - Cesium Ionophore II i hodnota separačního faktoru $\alpha(\text{Ba}^{2+}/\text{Sr}^{2+}) = 10^6$.



Obr. 1 Cesium Ionophore II

1. Makrlík E., Vaňura P., Talanta 32 (1985) 423.
2. Makrlík E., Vaňura P., J. Radioanal. Nucl. Chem. 293 (2012) 931.
3. Makrlík E., Böhm S., Vaňura P., J. Mol. Struct. 1081 (2015) 395.

Radioanalytické metody jako nástroj pro identifikaci důvodu zdravotních problémů v oblasti severního Gondaru v Etiopii

Jan Kameník¹, Teshager A. Bitewlign^{2,3}, Jiří Mizera^{1,4}, Jan Kučera¹, Ivana Krausová¹, Vladimír Havránek¹

¹ Ústav jaderné fyziky AVČR, v.v.i., Husinec-Řež

² University of Gondar, Gondar, Etiopie

³ Addis Abeba University, Addis Abeba, Etiopie

⁴ Ústav struktury a mechaniky hornin AVČR, v.v.i., Praha

Instrumentální neutronová aktivační analýza (INAA) a instrumentální fotonová aktivační analýza (IPAA) byly použity ke stanovení obsahu vybraných prvků ve vzorcích půdy, uhlí, vody a plodin z oblasti vesnice Awdarda v Severním Gondaru (federativní stát Amhara, Etiopie) za účelem hledání příčin zvýšeného výskytu zdravotních problémů v místní populaci. Doplnující stanovení fluoru ve vzorcích půdy a uhlí bylo provedeno metodou PIGE (emise záření gama buzeného nabitými částicemi). Vzorek půdy byl odebrán z obdělávaného pole, po přesítování (částice < 1 mm) byl usušen a rozemlet pomocí achátového kulového mlýnu (Pulverizette 5, Fritsch). Dva vzorky uhlí (označené jako „hnědé“ a „černé“) pocházely z místního povrchového ložiska. Po usušení byl vzorek rozmělněn čelistovým železným drtičem a rozemlet v achátovém kulovém mlýně. Vzorek vody z místního potoka byl analyzován ve formě odparku připraveného z 0,5 l vody, která byla předem okyselená (1 ml HNO₃) a přefiltrovaná (filtr Pragopor 3, velikost pórů 1,5±0,4 μm). Odpaření bylo provedeno nejprve ve skleněné kádince, závěrečný koncentrát byl usušen v teflonové nádobce. Analyzované plodiny, typické v oblasti, byly zastoupeny kalužnicí (*Eleusine coracana*), čirokem (*Sorghum bicolor*), ječmenem (*Hordeum vulgare*) a cizrnou (*Cicer arietinum*). Plodiny byly usušeny a namlety rotačním mlýnem s ocelovými noži. Výjimkou byl vzorek kalužnice, který byl analyzován bez mletí, a vzorek ječmene, který byl pro lepší homogenitu navíc namlet v achátovém kulovém mlýně. Vzorky byly pro ozáření neutrony a fotony uzavřeny do pouzdra připraveného svařením dvou polyethylenových (PE) disků. Pro kontrolu správnosti byly spolu se vzorky analyzovány referenční materiály amerického NIST, SRM 1547 Peach Leaves, SRM2711 Montana Soil a SRM1633b Coal Fly Ash. Ozáření neutrony bylo provedeno v jaderném reaktoru LVR-15 (provozovatel Centrum výzkumu Řež) několika způsoby. Standardní INAA zahrnovala krátkodobé (1 min) a dlouhodobé (2 hod) ozáření celým reaktorovým spektrem neutronů. Dále bylo provedeno 10s ozáření pro stanovení F ve vzorcích uhlí a 45s ozáření epithermálními a rychlými neutrony pro stanovení křemíku a uranu. Ozáření fotony bylo provedeno v laboratoři mikrotronu MT25 (ÚJF) po dobu 2 h. Pole brzděného fotonového záření

bylo vytvořeno zabrzděním urychlených elektronů (E=17,6 MeV, proud 10–12 μA) ve wolframovém konvertoru. Kvantifikace prvků v metodách INAA a IPAA byla provedena pomocí syntetických jedno a více prvkových kalibrátorů¹⁻³. Stanovení fluoru metodou PIGE bylo provedeno ozářením vzorků po dobu 1000 s svazkem protonů (E_p = 2,9 MeV, proud 7 nA, analyzované plocha cca 3×3 mm).

Radioanalytické metody umožnily stanovení obsahu 35–42 prvků podle typu vzorku. Detailní zhodnocení výsledků INAA uvádí Bitewlign s kolegy⁴. Ve vodě byly stanovené obsahy prvků srovnatelné s obsahy v běžně se vyskytujícími povrchových vodách. V půdě byly nalezeny mírně zvýšené koncentrace kovů vzácných zemin (REE). Analyzované vzorky uhlí, které byly spíše uhlonosné sedimenty s vysokým obsahem Si a Al, obsahovaly vyšší obsahy Ti, V a REE. Tyto materiály jsou v oblasti používané jako palivo v otevřených ohništích pro vaření a topení a mohly by být přímým nebo nepřímým zdrojem expozice místní populace. Dále bylo zjištěno, že vzorky uhlí obsahují přibližně desetkrát vyšší obsah F než je běžné ve vzorcích uhlí (souhlas metod IPAA a PIGE, INAA na hranici detekčního limitu). V kalužnici, ječmeni a čiroku (v tomto pořadí) byly stanoveny vyšší obsahy terigenních prvků (Al, Sc, Ti, V, Cr, Fe, Co, REE, Hf, Th) v porovnání s cizrnou patrně v důsledku povrchové kontaminace obilnin analyzovaných s obalovými slupkami. Pro kalužnici, kde byly nalezené obsahy nejvyšší, byla odhadnuta množství pro dosažení maximální povolené dávky příjmu pro vybrané prvky pro dospělého člověka (m=50 kg). Za problematický byl označen vysoký obsah Al, V, As. Příznaky zvýšeného příjmu V a As však neodpovídají zdravotním problémům popsaným v místní populaci.

Z celkového zhodnocení byly jako rizikové prvky pro oblast Awdarda identifikovány Al, F a možná REE. Na tyto prvky by mělo být dle našich zjištění zaměřeno budoucí monitorování expozice populace, například pomocí aerosolů a vhodných bioindikátorů.

Děkujeme I. Sýkorové za mikropetrografické hodnocení vzorků uhlí. Provedení INAA a PIGE bylo podpořeno projekty LM2015056 a LM2015074 Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy ČR. Práce byla také podpořena Grantovou agenturou ČR (P108/12/G108).

[1] Řanda Z., Vobecký M., Kuncíř J., Benada J., J. Radioanal. Chem. 46 (1978) 95–107.

[2] Řanda Z., Kučera J., Soukal L., J. Radioanal. Nucl. Chem. 257 (2003) 275–283.

[3] Kučera J., Mizera J., Řanda Z., Vávrová M., J. Radioanal. Nucl. Chem. 271 (2007) 581–587.

[4] Bitewlign T.A., Chaubey A.K., Beyene G.A., Melikegnaw T.H., Mizera J., Kameník J., Krausová I., Kučera J., J. Radioanal. Nucl. Chem. 311 (2017) 2047–2059.

Stanovení ^{222}Rn ve vodách - problematika odběru vzorků a doba zdržení před analýzou

Tomáš Bouda

ALS Czech Republic, s.r.o., Praha, Laboratoř Česká Lípa

Radon ^{222}Rn je velmi důležitý radionuklid z radiohygienického hlediska. Jeho stanovení v životním prostředí je proto velmi důležité. Tato práce popisuje techniky vzorkování vod (hlavně pitné vody), používané pro stanovení ^{222}Rn z různých zdrojů vody: nádrž, jezírko atp.; vrt; kohout nebo ventil. Jsou také uvedeny podmínky pro transport vzorků z místa odběru do laboratoře.

Kapitola „Specifikace doby zdržení před analýzou - HT“ (HT - z anglického Holding Time - je doba zdržení od odběru vzorku do začátku měření obsahu radonu v analyzovaném vzorku vody) obsahuje data, jež uvádějí HT pro specifikované vzorkovnice a pro stanovení ^{222}Rn třemi metodami používanými v ALS Czech Republic, s.r.o. - scintilační emanometrií¹, gamaspektrometrií s nízkým rozlišením², a kapalinovou scintilační měřicí metodou (LSC)³.

Existující národní a mezinárodní normy pro stanovení ^{222}Rn ve vodách⁴⁻⁹ jakož i mezinárodní norma¹⁰ pro konzervaci vzorků vod a pro manipulaci s nimi uvádějí různé doby zdržení (HT), obvykle v intervalu 1 – 4 dny. Naše laboratoř provádí stanovení ^{222}Rn ve vodách již více než 40 let a víme, že když je vzorek správně odebrán, tj. do odběrové nádoby, jež může být řádně uzavřena, s nízkým únikem ^{222}Rn , a když je vzorek vody odebrán bez vzduchových bublin, tak doba HT může být prodloužena minimálně na 8 dní.

Během 01-02/2016 jsme provedli řadu ověřovacích experimentů k potvrzení této prodloužené doby HT. Dva typy odběrových vzorkovnic, 40mL EPA vialka z hnědého skla a 340 mL PET vzorkovnice D27 (PET vzorkovnice a víčka (D+K) Drmela, s.r.o., Ostrava), byly pečlivě a řádně otestovány s následujícími závěry:

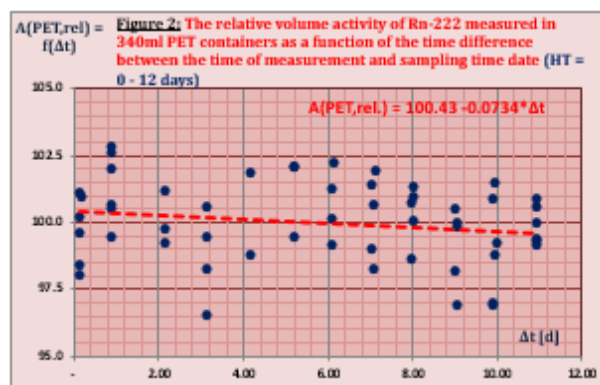
i) HT pro stanovení ^{222}Rn ve vodách je přinejmenším 8 dnů, jestliže jsou použity testované vzorkovnice a jestliže jsou dodržena pravidla pro vzorkování a pro transport vzorků. Maximální ztráta Rn během 8 dnů je menší než 1.5 %.

ii) HT až 12 dnů je akceptovatelná, jestliže jsou přijatelné ztráty Rn do 2 % (obvykle ano, protože rozšířená nejistota stanovení ^{222}Rn je 10 – 15 %).

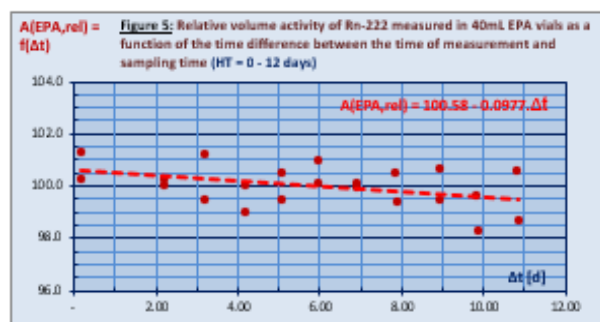
iii) V důsledku radioaktivního rozpadu ^{222}Rn samotného se limit detekce (LoD) zvyšuje faktorem 2 pro každé 4 dny pod dni, ke kterému je uváděn standardní limit LoD, někdy nazývaný LoR (reportovací limit); obvykle se v Česku uvádí pro HT = 4 dny (Příklad: Jestliže LoR pro HT = 4 dny je

5 Bq/L, LoD pro vzorek měřený 8 dní po odběru bude 10 Bq/L).

Výše uvedené skutečnosti jsou dokumentovány na následujících obrázcích.



Obr. 1 Relativní objemová aktivita ^{222}Rn měřená v 340 mL PET vzorkovnicích D27 jako funkce časového rozdílu mezi dobou měření a dobou vzorkování (HT = 0 – 12 dní).



Obr. 2 Relativní objemová aktivita ^{222}Rn měřená v 40 mL EPA vialkách jako funkce časového rozdílu mezi dobou měření a dobou vzorkování (HT = 0 – 12 dní).

Tato práce byla vypracována s finanční podporou firmy ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9.

1. CZ_SOP_D06_07_367.A Stanovení radonu 222 ve vodách metodou scintilační emanometrie po převedení radonu do scintilační komory s použitím podtlaku (ČSN 75 7624 kap. 5).
2. CZ_SOP_D06_07_367.B Stanovení radonu 222 ve vodách metodou scintilační gamaspektrometrie se studnovým krystalem NaI(Tl) (ČSN 75 7624, kap. 6).
3. CZ_SOP_D06_07_367.C Stanovení radonu 222 kapalinovou scintilační měřicí metodou (LSC) (ČSN 75 7625).
4. ČSN 75 7622 Jakost vod – Stanovení radonu 222 (scintilační emanometrie a gamaspektrometrie s nízkým rozlišením).
5. ČSN 75 7625 Jakost vod – Stanovení radonu 222 kapalinovou scintilační metodou.
6. ISO 13164-1 Water quality – Radon-222 – Part 1: General principles.
7. ISO 13164-2 Water quality – Radon-222 – Part 2: Test method using gamma-ray spectrometry.
8. ISO 13164-3 Water quality – Radon-222 – Part 3: Test method using emanometry.
9. ISO 13164-4 Water quality – Radon-222 – Part 4: Test method using two-phase liquid scintillation counting.
10. ČSN EN ISO 5667-3:2013 Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 3: Konzervace vzorků vod a manipulace s nimi.

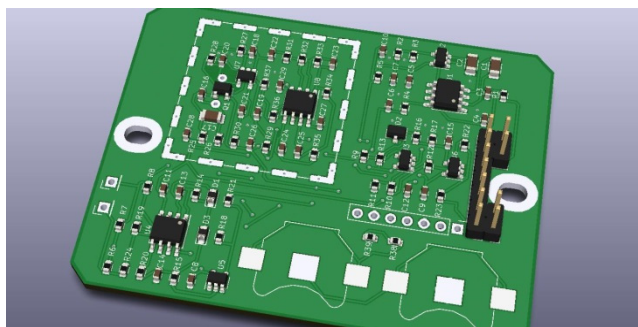
Vývoj nového spektrometrického detektoru ionizujícího záření

Pavel Krist¹, Ksenia V. Larina², Vladimír Havránek¹, Dagmar Kyselová¹, Tomáš Kuda¹, Václav Olšanský¹, David Chvátil¹

¹ Ústav jaderné fyziky AVČR, v.v.i., Husinec-Řež

² Tomská polytechnická univerzita, Tomsk, Rusko

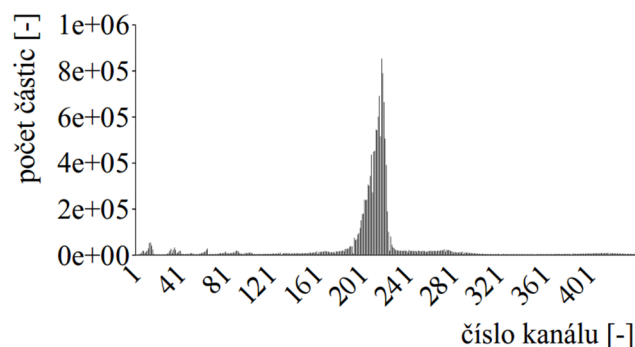
Vývoj nového typu detektoru byl motivován snahou Oddělení dozimetrie ionizujícího záření Ústavu jaderné fyziky AV ČR, v.v.i. získat nekomerční detektor, který by mohl být jednoduše upravitelný podle účelu jeho aktuálního využití. Hlavním požadavkem byly spektrometrické vlastnosti detektoru, malé rozměry a nízký odběr z důvodů bateriového napájení. Prioritní nasazení detektoru se předpokládá při monitorování dávek ionizujícího záření na palubách letadel. Dále je vhodné, aby detektor umožňoval měření pro pozemní či laboratorní účely, kde se předpokládá nutnost měření nízkooenergetického fotonového záření, což předpokládá velmi nízký šum zařízení. Jako detektor byla zvolena velkoplošná PIN dioda od firmy Hamamtsu, konkrétně typ S2744-9, která nemá povrch diody pokryt ochranným epoxidem a umožňuje tak jednoduchou energetickou kalibraci pomocí radionuklidů emitujících energetické alfa částice. Tištěný spoj s elektronikou má rozměry 5,2 × 6,8 cm a je zobrazen na Obr. 1. Pro sběr dat byl použit nízkoodběrový 32 bit ARM procesor STM32L053.



Obr. 1 Elektronika detektoru ionizujícího záření. Vpravo je vidět konektor pro připojení procesoru, který má tištěný spoj stejných rozměrů a je napájen dvěma tužkovými bateriemi velikosti AA. Detekční dioda je připojena na zadní straně tištěného spoje.

Základní energetická kalibrace byla provedena pomocí 3 alfa zářičů ²³⁹Pu, ²⁴¹Am ²⁵²Cf. Kalibrace byla provedena ve vzduchu, kdy zářič byl v těsné blízkosti (0,2 mm) od detektoru. Pro výpočet ztráty energie částic při průletu touto tenkou vrstvou byl využit software SRIM. Díky tomu, že trajektorie skrze vzduch je pro každou částici nepatrně odlišná, dochází k rozmazání „peaku“ ve spektru. Spektrum naměřené pomocí ²⁴¹Am je zobrazeno na Obr. 2 v detailu. Maximální počet kanálů je 1024. Z naměřených spekter byla spočtena energie v jednom kanále, které odpovídá hodnota 75,6 keV.

Kalibrační experiment byl proveden také pomocí protonů na urychlovači Tandetron v Řeži. Energie protonů byla nastavena od 1 do 3 MeV v krocích po 0,5 MeV. Po měření byla provedena korekce energie odpovídající jednomu kanálu na hodnotu $18,75 \pm 0,14$ keV. Maximální měřitelná energie deponovaná ionizujícím zářením v PIN diodě pak odpovídá 19,2 MeV. Minimální měřitelná energie je závislá na nastaveném prahovém napětí, které musí být vyšší než šumové napětí detektoru, což odpovídá hodnotě přibližně 40 keV.



Obr. 1 Spektrum získané pomocí ²⁴¹Am.

Ověřovací měření byla pak provedena pomocí vysokoenergetických protonů (do 35 MeV) na urychlovači cyklotron U-120M a pomocí relativistických energetických elektronů (do 25 MeV) na mikrotronu MT 25.

Ze získaného spektra můžeme spočítat dávku deponovanou v křemíkové diodě D .

$$D = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{1024} N_i \left(\varepsilon_i - \frac{\varepsilon_1}{2} \right)$$

kde m je hmotnost křemíku v diodě, ε je energie deponována v i -tém kanále a N_i je počet záznamů v i -tém kanále.

Pro hodnocení efektivní dávky byla využita veličina $H^*(10)$ v hloubce 10 mm. K výpočtu této veličiny byly použity výsledky z měření v referenčním poli CERF ve švýcarském CERNu, které má být ekvivalentní poli ve výškách 10 až 20 km nad mořem. Byly získány dvě kalibrační křivky pro částice s nízkým a vysokým LET. Z těchto křivek byly spočteny koeficienty k_{low} a k_{hi} , pak

$$H^*(10) = k_{\text{low}} D_{\text{low}} + k_{\text{hi}} D_{\text{hi}}$$

Tato metoda je blíže popsána v literatuře^{1,2}.

Výsledky byly částečně získány pomocí infrastruktury CANAM Ústavu jaderné fyziky AV ČR, která je podporována díky MŠMT projektu č. LM2015056.

1. Kyselová D., Kalibrace bezokénkového detektoru Liulin pro dozimetrii kosmického záření na palubách letadel, Diplomová práce FJFI ČVUT v Praze (2016).
2. Kyselová D., Ambrožová I., Krist P., Kubančák J., Uchihori Y., Kitamura H., Ploc O., Radiation Protection Dosimetry 164 4 (2015) 489–492.

První zkušenosti s použitím SUSEN – SIMS pro analýzu geologických materiálů

Vladimír Strunga¹, Jan Lorinčík², Petr Homola², Vladimír Havránek¹

¹ Ústav jaderné fyziky AVČR, v.v.i., Husinec-Řež

² Centrum výzkumu Řež, s.r.o., Husinec-Řež

Cílem našich prvních experimentů bylo využití potenciálu SUSEN-SIMS pro studium geologických materiálů. Jako první jsme k pokusům použili uranovou rudu „smolinec“ z dolu Rožná R1, která je svým složením do jisté míry podobná některým materiálům studovaným na pracovišti SUSEN, obsahuje radiogenní systém U-Pb, který bychom se v budoucnu chtěli pokusit využít k datování hornin a byl již zkoumán metodou μ -PIXE¹.

Přístroj Cameca IMF7f použitý při experimentu disponuje dvěma zdroji primárních iontů: Cs^+ , nebo duoplazmatron produkuje kyslíkové ionty O^+ , O^{2+} , O^- , případně ionty jiných plynů, např. Ar^+ .

Přístroj umožňuje:

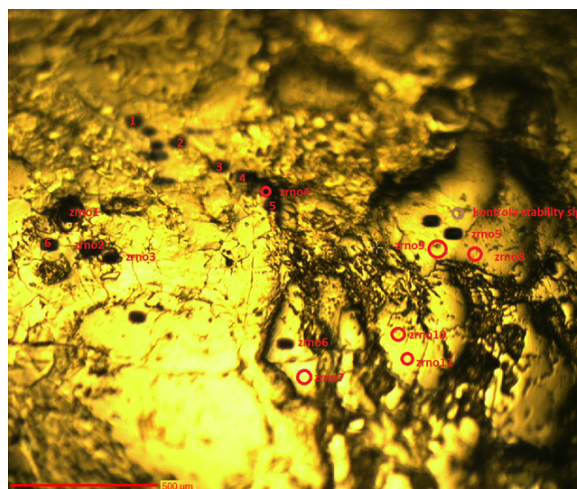
- Analýzu všech prvků a izotopů periodické soustavy
- Dosáhnout vysokou citlivost na úrovni ppb
- Koncentrační hloubkové profily od hloubek desítky nm do hloubek desítek μm
- Hloubkové rozlišení pod 2 nm na dekádu
- Vysoké hmotnostní rozlišení M/DM vyšší než 20000 na 10% výšky píku
- Obrazové rozlišení 500 nm
- Měření izotopických poměrů s přesností lepší než 0.1% pro objemové vzorky, lepší než 1% pro mikrometrové prachové částice

Při analýze jsme použili primárních iontů O^{2-} s následujícími nastavenými parametry: energie dopadu primárních iontů 18 kV, úhel dopadu 25° , proud 5.8 nA, bodová sonda – obdélníkový profil svazku (tzv. Köhlerovo osvětlení). Parametry sekundárně iontové optiky byly následující: extrakční napětí 5 kV, analyzovaná oblast 15-20 μm , hmotnostní rozlišení 400, energetické okno 150 eV. Tlak v analytické komoře během měření byl $\sim 6\text{E}-7$ mbar. Vzorek byl před vložením do SIMS očištěn v acetonu a izopropyl alkoholu v ultrazvukové pračce a na jeho povrch byla nanášena vrstva 50 nm Au (Obr.1).

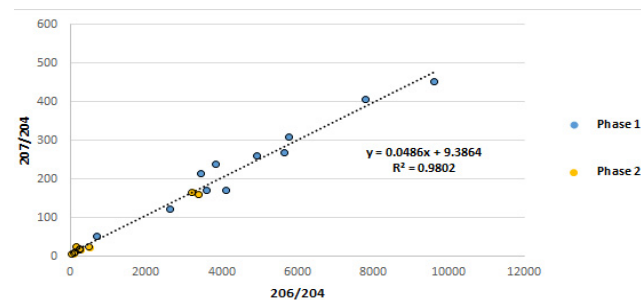
První pokusy se SIMS analýzou při nízkém rozlišení neumožnily získat spolehlivá data pro radiometrické stanovení věku systému U-Pb ve zkoumaném vzorku, u kterého jsme znali předpokládané stáří zrudnění určené jinými autory na 277.2 ± 5.5 - 264.0 ± 4.3 Ma². Rovněž nepublikovaná data výpočtu věku

z celkových hodnot Pb (AAS) a U (ENAA) výluhu rudy v HNO_3 poskytla průměrný věk cca. 272 Ma, tedy předpokládané permské stáří. Bez použití korekce naměřených izotopových poměrů pomocí matričně podobného standardu uranové rudy o známém věku však hodnoty věku vypočtené ze získaných dat byly mimořádně odlehle a nerealistické (někdy i více než odhadované stáří Země).

Nicméně, zdá se že přístroj pro vybrané dvojice izotopů některých prvků i tak poskytuje poměrně stabilní hodnoty poměrů (Obr. 2), což lze využít nejen při radiometrickém datování, ale i např. studiích provenience v geologii, archeologii, nebo forenzních studiích.



Obr. 1 Pohled na povrch vzorku po analýze - ablační stopy po odprašování svazkem s označením bodů analýz.



Obr. 2 Naměřené poměry ukazující na přítomnost radiogenních izotopů olova z řad ^{235}U a ^{238}U .

Tato studie byla podpořena MŠMT s využitím infrastruktur SUSEN (Sustainable Energy, projekty LM2015093, R4S-LQ1603) a CANAM (Center of Accelerators and Nuclear Analytical Methods, projekt LM2015056).

1. Strunga, V., Havránek, V., Vaculovič, T., Moravec, Z., Kanický, V., První zkušenosti se studiem geologických materiálů pomocí iontové mikrosondy na 3MV urychlovači TANDETRON v ÚJF AVČR. Sbor. semin. Radioanal. met. IAA 2011, ČVUT, Praha (2011), 38-45..
2. Kříbek, B., Žák, K., Dobeš, P., Leichmann, J., Pudilová, M., René, M., Scharm, B., Scharmová, M., Hájek, A., Holeczy, D., Hein, U. F., Lehmann, B., Miner Deposita (2009) 44:99–128.

Instrumentální neutronová aktivační analýza při charakterizaci fluoritů a uměleckých pigmentů s fialovým fluoritem

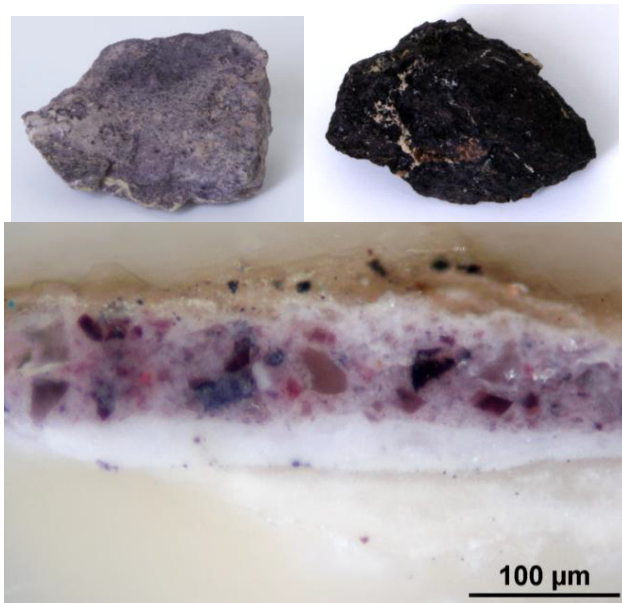
Jiří Mizera¹, Radka Šefců², David Koloušek³

¹ Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i., Husinec-Řež

² Národní galerie v Praze, Chemicko-technologická laboratoř

³ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Použití fialového fluoritu jako uměleckého pigmentu v malbě a polychromii sochařských děl v památkovém fondu České republiky je vázán k poměrně krátkému období pozdní gotiky a rané renesance na přelomu 15. a 16. století. Fialový fluorit se ve vrstvách malby vyskytuje od světlejších odstínů až po tmavý černofialový, známý též jako antozonit, či pod historickým německým názvem „Stinkspat“¹⁻⁴. Zdroje fluoritu použitého jako pigmentu v uměleckých dílech nebyly dosud jednoznačně určeny. V daném historickém období připadá v úvahu řada nalezišť ve střední Evropě včetně domácích (Jáchymov), nejpravděpodobnější jsou však vzhledem k výskytu specifického antozonitu naleziště ve Wölsendorfu a Nabburgu v jihovýchodním Německu⁵.



Obr. 1 Horní fotografie: fialové fluority z Wölsendorfu. Spodní fotografie: tmavá zrna fluoritu ve vrstvě olovnaté běloby se stopami karmínu a křemičitými zrny (šat anděla, Mistr Rakovnického oltáře: Zvěstování Panně Marii, Muzeum TGM).

V prezentované studii byly použity metody instrumentální neutronové aktivační analýzy (INAA) k charakterizaci souboru pigmentů s obsahem fialového fluoritu, odebraných z uměleckých děl ze sbírek Národní galerie v Praze. Stejnými metodami byl charakterizován i soubor fialových fluoritů ze sbírek VŠCHT, který kromě fluoritů z Nabburgu a Wölsendorfu obsahoval i fluorit z Castelton,

Derbyshire v Anglii a domácí fluority z Teplicka a Sokolovska (pro ilustraci viz Obr. 1).

Použité metody INAA zahrnovaly krátkodobé (ST) i dlouhodobé (LT) ozařování v jaderném reaktoru LVR-15 (Centrum výzkumu Řež): *i*) ST stanovení fluoru s využitím reakcí $^{19}\text{F}(n,\gamma)^{20}\text{F}$ ($T_{1/2}=11$ s) a $^{19}\text{F}(n,p)^{19}\text{O}$ ($T_{1/2}=27$ s); *ii*) standardní ST postup, především pro stanovení makroprvků; *iii*) epitermální ST mód (v Cd stínění) pro stanovení U; *iv*) standardní LT postup se 2 měřicími cykly pro stanovení řady stopových prvků. Pro kontrolu kvality analýzy byl použit referenční materiál fluorit FM (ÚNS Kutná Hora) v navážkách odpovídajících přibližně velikosti vzorků fluoritů a pigmentů odebraných z maleb (2,4 a 0,36 mg).

Obsahy CaF_2 dle stanoveného obsahu F se v analyzovaných vzorcích fluoritů pohybovaly od 78 do 95 hm.%. Fluority z Wölsendorfu měly ve srovnání se vzorky z jiných nalezišť nejvyšší poměr F/Ca (0,84 - 0,90 hm.), blízký stechiometrickému poměru 0,95 hm., vyšší obsah U a nízký obsah Th. Obsah F ve vzorcích pigmentů z maleb byl poměrně nízký, odpovídající obsahům CaF_2 od poddetekčního (<2,5 hm.%) do 16 hm.%.

Jednoznačná interpretace výsledků v odebraných vzorcích maleb byla komplikována přítomností resp. převládajícím obsahem dalších pigmentů kromě fluoritu, značnou variabilitou složení studovaných fluoritů i v rámci jednoho naleziště, poměrně vysokou nejistotou stanovení řady prvků ve velmi malých vzorcích (0,1 - 2 mg) poskytnutých pro analýzu, mj. i vzhledem k poměrně vysokému blanku pro řadu prvků (polyethylenové ozařovací pouzdro). Nezanedbatelné byly i interferenční příspěvky ze štěpení uranu. Podpurným důkazem pro wölsendorfský původ fluoritů ve studovaných vzorcích maleb by mohl být právě vyšší obsah U při současném nižším obsahu Th, a patrně i vysoké obsahy Sb, Ag, Au a především Hg.

Tato práce vznikla za podpory MŠMT ČR v rámci projektů LM2015056 a LM2015074, a podpory MK ČR v rámci grantového projektu č. DF13P01OV01 (program NAKI).

1. Richter M., Fuchs R.: *Restauro* 5, 316 (1997).
2. Spring M.: *Nat Gal Tech Bull* 21, 20 (2000).
3. Richter M., Hahn O., Fuchs R.: *Stud Conserv* 46, 1 (2001).
4. Chlumská Š., Šefců R., Třeštíková A., Pechová D.: *Acta Artis Academica* 2010, 165 (2010).
5. Dill H. G., Weber B.: *Ore Geol Rev* 37, 65 (2010).



Osprey™ –
Universal Digital MCA Tube Base
for Scintillation Spectrometry



Lynx®
Digital Signal Analyzer



Cryo-Cycle™ II
Hybrid Cryostat



Cryo-Pulse® 5 plus Electrically
Refrigerated Cryostat



EcoGamma
Environmental Gamma
Radiation Monitor



Colibri® :
Hand-Held Health Physics
Communication ALARA* Platform



TriCarb 3180 TR/SL
Super Low Level Liquid Scintillation Counter



Wizard
Automatic Gamma Counter

CANBERRA PACKARD
Central Europe GmbH
Wienersiedlung 6 , A-2432 SCHWADORF
Phone: +43(0)2230 3700-0
Fax: +43(0)2230 3700-15
e-mail: cpce@cpce.net
internet: www.cpce.net

Czech Republic:
CANBERRA PACKARD spol. s r.o.
Sultysova 37 , CZ-16900 PRAHA 6
Phone: +420-233090031
Fax: +420-233090032
e-mail: cpcz@cpce.net
internet: www.cpce.net

NUVIA a.s.

Člen mezinárodní skupiny **NUVIA Group** v rámci nadnárodního koncernu **VINCI**. Dodavatel inovativních inženýringových řešení, komplexních služeb, sofistikovaných měřicích systémů a zákaznických SW pro domácí i zahraniční trh. Unikátní výrobce systémů pro jadernou energetiku, průmysl a výzkumná pracoviště.



NUVIA a.s. každý rok pořádá v Třebíči česko-slovenský seminář:



ENERGOCHEMIE

Seminář je určen k výměně zkušeností nejširšího okruhu pracovníků energetických provozů a úprav vod v průmyslových podnicích i elektrárnách, správců zařízení, vodohospodářů, chemiků a radiochemiků jaderných i konvenčních energetických a tepelných provozů, pracovníků radiační kontroly, výzkumných a vývojových pracovišť, vysokých škol, specialistů dodavatelských firem z oboru a dalších.

www.energochemie.cz



NUVIA a.s.

obchodní zastoupení značek CAMECA a NU Instruments pro ČR a SR:

oblasti využití

geologie, geochemie, mineralogie, polovodiče, materiálový výzkum, metalurgie, jaderný průmysl, environmentální mikrobiologie

www.nuvia.cz

Kateřina Kunešová
katerina.kunesova@nuvia.cz
+420 725 657 374



www.cameca.com

Elementární a izotopická mikroanalýza

EPMA

elektronová mikrosonda

SXFive

SXFiveFE

SKAPHIA **NEW**



SIMS

hmotnostní spektrometr sekundárních iontů

SIMS 4550

NanoSIMS 50L

IMS Wf | SC Ultra

IMS 7f-Auto | 7f-GEO

IMS 1300-HR3 | KLEORA



APT

tomografická atomová sonda

LEAP® 5000

EIKOS™ **NEW**



LEXES

rentgenová emisní spektrometrie s nízkenergetickými ionty

Shallow Probe EX-300



www.nu-ins.com

Inovace v elementární a izotopické hmotnostní spektrometrii

ICP-MS

hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

PLASMA 1700

PLASMA 3

ATTOM ES

SAPPHIRE **NEW**



SIRMS

hmotnostní spektrometr stabilních izotopů

PANORAMA

HORIZON

PERSPECTIVE



TIMS

hmotnostní spektrometr s termální ionizací

TIMS



GDMS

hmotnostní spektrometr s doutnavým výbojem

ASTRUM



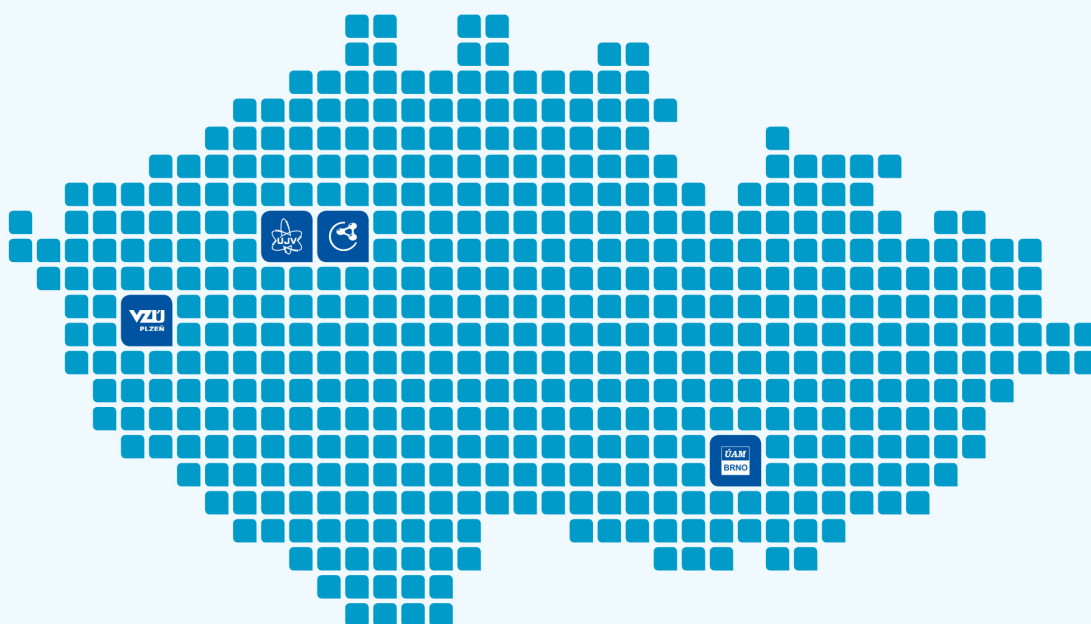
Noble Gas

hmotnostní spektrometr vzácných plynů

NOBLESSE HR



Skupina ÚJV je uskupení společností, jejichž je ÚJV Řež, a. s. 100% vlastníkem. Jsou to společnosti, které se zaměřují na výzkum a vývoj, projekční a inženýrské služby, technický inženýring, výrobu speciálních produktů a zařízení i expertní činnosti v oblastech energetiky, průmyslu a zdravotnictví a doplňují tak portfolio služeb poskytovaných mateřskou společností.



ÚJV Řež, a. s., je společností, která poskytuje širokou škálu služeb jako jsou např. bezpečnostní analýzy, výpočty závazek aktivní zóny reaktorů, analýzy vážných havárií, projektování v klasické i jaderné energetice, výroba a dodávka radiofarmak, projekty LTO, svědečné programy, projekty zvyšování výkonu JE, likvidace radioaktivních odpadů a celé řadě dalších.



Posláním společnosti Centrum výzkumu Řež s.r.o. je výzkum, vývoj a inovace v oboru energetiky, zejména jaderné. Disponuje unikátními výzkumnými jadernými reaktory LVR-15 a LR-0 a technologickými smyčkami. Výzkumná infrastruktura bude rozšířena o výsledky projektu SUSEN (udržitelná energetika). Společnost CV Řež spolupracuje na projektech EU.



Ústav aplikované mechaniky Brno, s.r.o. se tradičně zabývá aplikací vědeckých poznatků v oblasti mechaniky těles a prostředí, hodnocením mezních stavů a podporou rozvoje progresivních, spolehlivých a únosných ocelových konstrukcí, tlakových nádob, uskladňovacích nádrží a potrubních systémů.



Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o. patří k nejvýznamnějším pracovištím zabývajícím se převážně výzkumem, vývojem a náročnou diagnostikou energetických zařízení. Poskytuje řadu služeb pro výrobní podniky metalurgického, energetického a dopravního strojírenství a také pro provozovatele energetických zařízení.



plynová chromatografie ICP-OES příprava vzorku
elementární ANALÝZA elektrochemie SEA
analýza povrchů separační techniky
DVS REOLOGIE ATOMOVÁ spektroskopie
GC temperace kapalinová chromatografie
UV-VIS spektrometrie GC-MS lyofilizátory
konfokál B.E.T. LIMS MIKROSKOPIE koncentrátory
CHNSO analýza AAS analýza částic HPLC
hmotnostní SPEKTROMETRIE centrifugy EXTRUZE
ICP-MS **SERVIS** termická analýza AIR monitoring
XPS widefield TEXTURA spotřební materiál NMR
DLS automatické dávkování iGC TOC analýza RVC

www.pragolab.cz



SPECTRO CS s.r.o.

Certifikace dle ISO 9001: 2009, Certifikát TÜV SÜD Czech číslo: 05.094.716-1
Rudná 1361/51, 700 30 Ostrava – Zábřeh, Tel: +420 596 762 840, Fax: +420 596 762 849, info@spectro.cz, www.spectro.cz



specialisté v oboru spektrometrie nabízejí přístroje firem:



Ruční a mobilní spektrometry	Jiskrové spektrometry	ED - RTG spektrometry	ICP-OES spektrometry	ICP-MS spektrometry	Příprava materiálu pro RTG
Analyza v terénu, RTG a jiskrové/obloukové přístroje	Analyza kovových materiálů	Analyza pevných, kapalných a práškových materiálů	Analyza roztoků pro ultra nízké limity detekce	Plně simultánní MS spektrometr	Tavičky, lis, mlynky, spotřební a referenční materiály pro XRF
Referenční materiály	Automatické systémy	GD spektrometry	Analyzátory ořezových kovů	Ruční IČ spektrometry	Analyzátory částic
Referenční materiály všeho druhu od firmy MBH	Kontejnerová laboratoř na klíč od firmy FLSmidth	Hlubková analýza materiálu Distribuce prvků dle hloubky	Přístroje pro prediktivní údržbu pomocí analýzy olejů a maziv - kompletní zařízení pro tribotechnickou analýzu - na požádání zašleme podrobné informace		

Zastoupení na Slovensku: SPECTRO APS spol. s r.o., Izabely Textorisovej 13, 036 01 Martin, www.spectroaps.sk

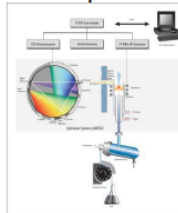
ICP spektrometr SPECTRO ARCOS Vlajková loď firmy SPECTRO

Jedná se o nový model (2015) ICP spektrometru, který je nástupcem velice úspěšného původního ICP spektrometru SPECTRO ARCOS, jenž se osvědčil zejména při analýze těžkých a komplikovaných matic (podle sloganu „tam kde ostatní končí, my začínáme...“).

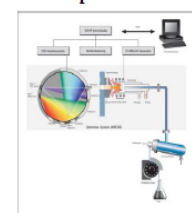
Přístroj se vyrábí jak s axiálním, tak s radiálním snímáním plasmu:



Radiální pohled - SOP



Axiální pohled - EOP

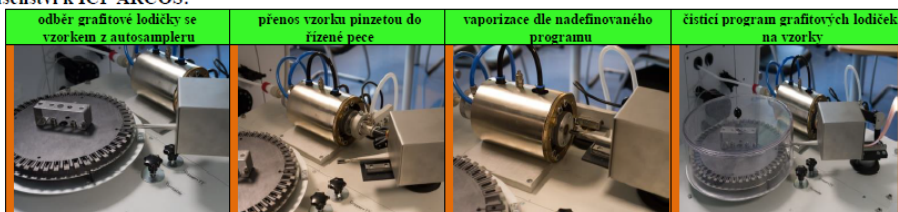


a nově i v provedení MULTI VIEW.

MULTI VIEW je systém s kombinací axiálního a radiálního pohledu, který na rozdíl od systému DUAL VIEW nabízí oba pohledy v plnohodnotné kvalitě. Přístroj s DUAL VIEW je v podstatě vždy zařízení s axiálním pozorováním doplněné o radiální pohled, který však nemá nejlepší parametry. Naproti tomu náš systém MULTI VIEW vám skutečně nabízí dva plnohodnotné přístroje v jednom. Tím si zajistíte neomezené možnosti jeho použití v široké škále aplikací, od pitných vod přes matrice půd, kalů až po složité analýzy kovových vzorků, zasolených roztoků, skla, drahých kovů atd. Přístroj je ovládán příjemným analytickým SW, analýza je rychlá (sken za 3 sekundy) a nezávislá na počtu zvolených čar a prvků při velmi dobrém stabilním rozlišení. Provoz spektrometru je velmi ekonomický bez nároku na další spotřebu argonu, klimatizaci laboratoře, externí chlazení vodou apod.

Díky tomu, že spektrometr umožňuje simultánní měření a zpracování tranzientního signálu (závislost intenzity na čase) pro libovolný počet čar a prvků, je vhodný pro spojení se vstupním vnašecím zařízením pro rychlé děje jako je laserová ablace, elektrotermická vaporizace (ETV) apod., a tím poskytuje možnost analyzovat mikromnožství pevných vzorků bez nutnosti převádění do roztoku!

ETV jako příslušenství k ICP ARCOS:



NABÍDKA PUBLIKACÍ SPEKTROSKOPICKÉ SPOLEČNOSTI JMM

2. Podzimní škola rentgenové mikroanalýzy 2012 - sborník přednášek na CD	199,- Kč
Škola luminiscenční spektrometrie 2011 - sborník přednášek na CD	199,- Kč
Podzimní škola rentgenové mikroanalýzy 2010, sborník přednášek na CD	199,- Kč
Inorganic Environmental Analysis	161,- Kč
Referenční materiály (přednášky)	93,- Kč
Názvosloví IUPAC (Part XII: Terms related to electrothermal atomization; Part XIII: Terms related to chemical vapour generation)	35,- Kč
Kurz ICP pro pokročilé	245,- Kč
5. kurz ICP spektrometrie 2009	350,- Kč
6. kurz ICP spektrometrie 2011	350,- Kč
Kurz AAS pro pokročilé (1996)	120,- Kč
Metodická příručka pro uživatele FTIR	149,- Kč
Skripta Kurz HPLC/MS (2001)	100,- Kč
12. Spektroskopická konference	190,- Kč
13. Spektroskopická konference (2007 Lednice)	130,- Kč
Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '03	62,- Kč
Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '04	78,- Kč
AAS II – kurz pro pokročilé (2006)	435,- Kč
Sborník přednášek ze semináře Radioanalytické metody IAA '05	126,- Kč

Spektroskopická společnost Jana Marka Marci

se sídlem: Ke Karlovu 2027/3, 120 00 Praha 2 - Nové Město e-mail: immss@spektroskopie.cz
<http://www.spektroskopie.cz>

Adresa pro zasílání korespondence: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2,
611 37 Brno

Adresa sekretariátu pro osobní kontakt: Univerzitní kampus Bohunice, pavilon A14

Úřední hodiny: úterý 10 – 12 h, čtvrtek 10 – 12 h

Telefon: 549 49 1436, fax: 549 49 2494, mobil: 722 554 326, tajemník Tomáš Vašina

redakční rada:

prof. RNDr. Josef Komárek, DrSc. (předseda)

prof. Ing. Josef Čáslavský, CSc., prof. RNDr. Viktor Kanický, DrSc.

tech. redakce: Mgr. Rostislav Červenka, Ph.D.

redakční uzávěrka: 9. 4. 2018

uzávěrka příštího čísla: 30. 6. 2018