

OTHER CONTRIBUTIONS

Perfection of silicon carbide grains prepared with self-propagating high-temperature synthesis (SHS)

DOKONALÁ ZRNA KARBIDU KŘEMÍKU PŘIPRAVENÉHO METODOU VYSOKOTEPLTNÍ SAMOŠÍŘÍCÍ SE SYNTÉZOU (VSS)

Lubomír Sodomka

Adhesiv TUL Liberec

Keywords:

silicon carbide, self-propagating high-temperature synthesis

Abstract

In the paper, a new ecological technology of preparation of ceramic materials is described together with a simple, non-destructive method of semiquantitative estimation of perfection of crystalline grains with the aid of X-ray diffraction based on intensities and widths of diffraction peaks and the height of the background. Its application is demonstrated on crystal grains of cubic silicon carbide of sphalerite type prepared by selfpropagating high-temperature synthesis.

Abstrakt

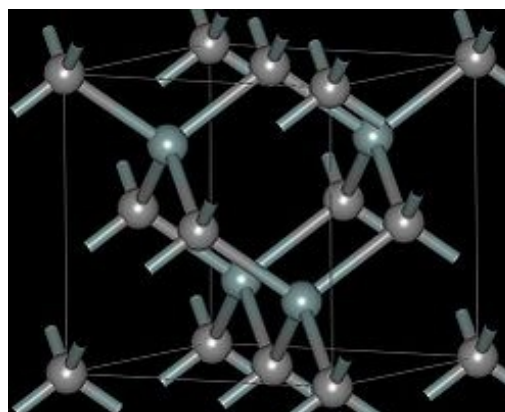
V článku je popsána nová ekologická technologie přípravy keramických materiálů a rychlá metoda charakterizace dokonalosti jejich zrn pomocí rtg difrakce založená na intenzitě a šířce difrakčních maxim a výšce pozadí. Je aplikována na kubický SiC připravený vysokotepltní samošířící se syntézou.

1. Úvod

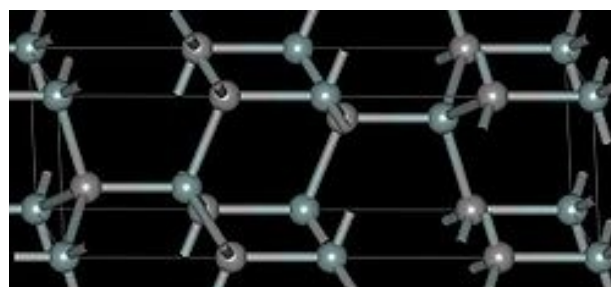
Keramické materiály se užívají jako vysokotepltní, případně pro svou tvrdost jako abrazivní či erozivní materiály pro brusné a řezné nástroje. Jedním z nejznámějších je karbid křemíku (SiC). Ten se vyskytuje ve dvou hlavních modifikacích a jeho klasická příprava je obvyklými metodami spolu s další úpravou na homogenní prášky energeticky náročná. Mezi významné keramické

Tabulka 1. Vybrané charakteristiky karbidu křemíku SiC [1]

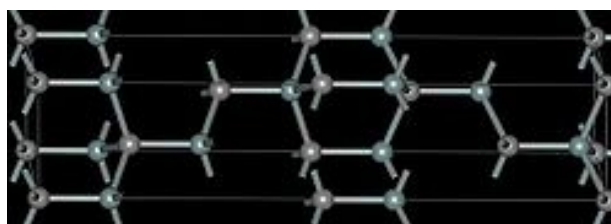
Vlastnosti	polytypy		
	$-(3C)SiC$	4H SiC	$-6H SiC$
Struktura (nm)	$a = 0,45596$	$a = 0,3073$ $c = 1,0053$	$a = 0,30730$ $c = 1,511$
Hustota $10^3(kg/m^3)$	3,21	3,21	3,21
E modul (GPa)	250	220	220
Zakázaný pás energií (eV)	3,6	3,7	4,9



Obrázek 1a. $-(3C)SiC$



Obrázek 1b. 4H SiC



Obrázek 1c. $-6H SiC$

materiály vynikající vysokou tvrdostí, počítáme vedle karbidů ještě nitridy, boridy a další vysokotepltní keramiku. Vznikají otázky, zda je možné vytvořit energeticky méně náročné technologie a jak je to s dokonalostí vytvářených zrn. Dokonalost určuje tvrdost a další mechanické výhodné vlastnosti.

Předmětem tohoto příspěvku je uvedení nové technologie přípravy vysokotepltní keramiky a začneme karbidem křemíku. Karbid křemíku (SiC) má dlouhou historii. Je zajímavé, že se vyskytuje v dosud známých 240 polytypech. Nejdůležitější z nich jsou kubický $-(3C)SiC$ se strukturou sfaleritu a hexagonální, $-(6H)SiC$ a 4H-SiC se strukturou wurtzitu (obr. 1). Ostatní polytypy jsou méně



rozšířené a jsou modifikacemi těchto tří struktur. V příspěvku jsou pojednané struktury SiC připravené jejich novou nízkoenergetickou technologií nazývanou vysokoteplotní samošířící se syntéza (VSS) a hodnocené jednoduchou metodou hodnocení dokonalosti získaných zrn pomocí rentgenové difrakce.

2. Základní vlastnosti tří důležitých struktur SiC

Přehled významných strukturálních veličin a vlastností má ukázat význam keramiky SiC a jsou shrnuté v Tabulce 1.

První z nich - (3C)SiC je krychlová sfaleritického typu, obě druhé jsou hexagonální wurtzitického typu. Oba typy SiC se stávají aktivací dusíkem a fosforem polovodiči typu *n*, aktivací hliníkem, borem, galiem a beryliem typu *p*, aktivací hliníkem a borem se stávají supravodivými při 1,5 K.

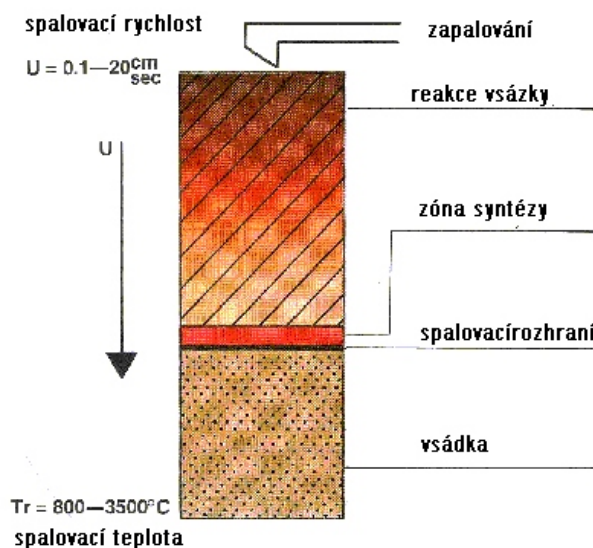
3. Nízkoenergetická příprava SiC

Klasická metoda přípravy karbidu křemíku (SiC) spočívá v přípravě směsi písku (SiO₂) a grafitu v stechiometrickém poměru a směsí se nechá procházet proud v elektrické peci. Výsledkem je kusový sintrát, který je nutné rozbít a rozemlít a rozřít podle velikostí zrna v prášky stejné zrnitosti.

Mnohem výhodnější je nízko energetická syntéza, objevená I. P. Boroviskou a A. G. Meržanovem v Ústavu molekulových syntéz AVSSR v roce 1967 a nazvaná samošířící se vysokoteplotní syntéza (SVS), anglicky **self propagating high temperature synthesis**, SHS, rusky samorozprastraňující se vysokoteploturnyj syntéz) [2], díl 2, kap.28. Syntéza využívá tepla získaného exotermickou reakcí v tenké zóně o teplotě 800 až 3500 °C, která se postupně šíří materiálem rychlostí 1 až 200 mm/s. Pro SVS technologii karbidu křemíku se vytvoří směs nanočásticového křemíku a uhlíku ve stechiometrickém poměru. Tato směs je snadno zápalná vnějším zdrojem obvykle rozžhavenou destičkou, nebo výkonovým laserem. Zapálí se povrchová vrstva, která vytvoří reakční zónu. Ta předává exotermní energii sousední vrstvě a reakční zóna se tak postupně přesouvá materiálem a reakcí vytváří zrna SiC. Princip metody ilustruje obr. 2. Válcová nádoba se naplní stechiometrickou směsí křemíku a uhlíku (Si +C). Na jednom konci se plošně zapálí, takže se vytvoří reaktivní zóna, která se šíří rychlostí materiálů v ose válce a vytváří přímo SiC různé zrnitosti podle nastavených podmínek. Tato technika má mimo energetickou úsporu také výhodu, že výsledkem je přímo hotový produkt bez dalšího zpracování. Otázkou je, jak dokonalá jsou zrna vytvořeného karbidu křemíku, SiC. Jako metoda určování dokonalosti zrn SiC byla navržena a vyzkoušená metoda rentgenová difraktometrie.

4. Podstata jednoduchých rtg difrakčních metod určování stupně dokonalosti zrn

Dokonalost krystalů se určuje obvykle na monokrystalech a hodnotí se hustotou poruch [2], díl 1, kap.2., které se určují různými metodami [2], díl 1. kap.3. Mnohem obtížnější je určovat dokonalost zrn práškových materiálů. I když existují metody určování poruch z profilů difrak-



Obrázek 2. Podstata VSS.

čních záznamů, jde o metody matematicky velmi náročné [3]. Proto byla navržena jednoduchá semikvantitativní metoda k číselnému hodnocení dokonalosti zrn prášků. K tomuto účelu byl zaveden stupeň dokonalosti SD, jehož údaje jsou získávané z difrakčních záznamů. Dochází-li k difrakci rtg záření na dokonalém krystalu, který je dokonale periodický, pak intenzita difraktovaného záření závisí na difrakční (interferenční) funkci $G^2(h, k, l)$, která je typu

$$G^2 = \frac{\sin^2 \frac{N_n h_n}{h_n}}{\sin^2 h_n} \quad (1)$$

V ní jsou h_n , $n = 1, 2, 3$ Millerovy indexy difrakčních rovin (h, k, l) . Pro průběh interferenční funkce G^2 v okolí bodů (h, k, l) (difrakčních maxim) dostaneme pro průběh G^2 a jednoduchých úpravách [3] výraz

$$G^2 = \frac{\sin^2 \frac{N_n h_n}{h_n}}{h_n^2} \quad (2)$$

Malé veličiny h_n určují okolí roviny představované bodem (hkl) v recipročném prostoru [2], [3], [6], takže pro (h_1, k_2, l_3) . Průběh funkce (2) v závislosti na celých číslech N_n přechází pro N_n v Diracovu δ -funkci [5], což pro difrakční maxima znamená, že tvoří kolmé přímky bez šířky. To je první kritérium dokonalosti krystalitu (zrna).

Dalším kritériem dokonalosti zkoumaného vzorku je, že šířka difrakčního maxima se blíží nule. Dokonalý krystal musí mít konstantní meziorovinné vzdálenosti d . Diferencováním Braggovy rovnice

$$2d \sin \theta = n \lambda \quad (3)$$

je Braggův úhel, λ vlnová délka užitého rtg záření, n celé číslo řád difrakce získáme po jednoduché úpravě [3], pro změnu meziorovinné vzdálenosti d v závislosti na změně Braggova úhlu θ vztah

$$\frac{d}{d} \cot \quad (4)$$

Poněvadž pro $d > 0$, jde o dokonalý krystal a pro $d = 0$ je také $\cot = 0$, rovnice (4) druhým kriteriem dokonalosti měřeného vzorku.

Další informace o dokonalosti měřeného vzorku lze získat z pozadí difrakčního záznamu. Zvýšené pozadí je způsobené existencí ve vzorku neperiodických částí, které rozptylují záření do všech směrů a vytvářejí pozadí. Mírou nedokonalosti krystalu v daném úhlu je výška pozadí I_p . K hodnocení dokonalosti lze užít stupeň dokonalosti SD definovaný vztahem

$$SD = I / d I_p I_{max} \quad \text{nebo} \quad SD = I_d / I_p I_{max} \quad (5)$$

kde I_d je intenzita difrakčního maxima příslušné difrakční čáry (hkl) a I_{max} je maximální hodnota difraktované intenzity z celého difrakčního záznamu a d je podle vztahu (4) úhlová šířka difrakčního maxima.

5. Difraktogramy zrn karbidu křemičitého

Difrakční záznamy byly prováděny na difraktometru Siemens na VÚAnChU v Ústí nad Labem [4]. Pro difrakci byly připraveny vzorky postupně α -SiC, 4H-SiC a $2H$ -SiC, slisované do tablet průměru 30 mm. Difrakční záznamy jednotlivých vzorků jsou uvedeny na obr. 3, 4.

Vzorky SiC byly získány na Ústavu molekulových syntéz AVSSSR A. G. Meržanova. V horní části obr. 3. a obr. 4. jsou vlastní difrakční záznamy, v dolní části jsou naznačeny polohy maxim pro struktury z databáze PDF-2. Ideální difrakční čáry jsou přímkami představující Diracovu funkci.

Z obou difrakčních diagramů je zřejmé, že v obou případech je pozadí záznamu téměř nulové, takže dokonalost zrna SiC neovlivňuje rozptyl rtg záření na nanočásticích a krystality SiC vzorků jsou bez vnitřního pnutí. Oba tyto faktory ovlivňují pozadí a nepřispívají k dokonalosti zrna.

V obou diagramech dochází k Braggově reflexi druhého řádu pro $n = 2$ v Braggově rovnici. Jde o reflexe $(200) = 2(100)$, $220 = 2(110)$ a $(222) = 2(111)$. Diagramu na obr. 4 se kromě SiC vyskytují v něm rozpuštěné klastry grafitu, jak dokazuje ideální záznam ve spodní části obr. 4.

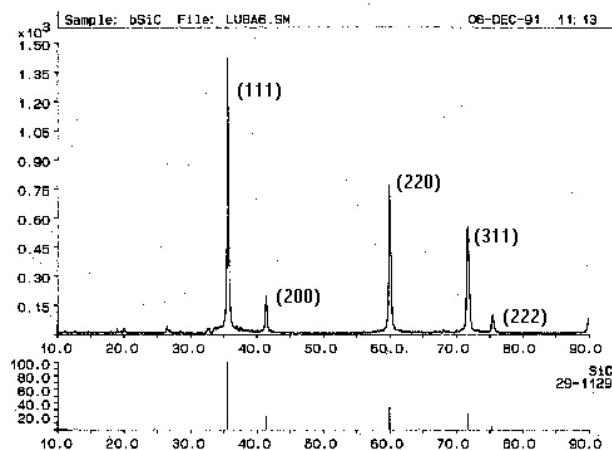
Hodnoty mezirovinových vzdáleností $d(hkl)$ lze snadno vypočítat z parametru krychlového SiC, který má hodnotu $a = 0,45596$ nm. Mezirovinové vzdálenosti příslušející difrakčním čarám užitím vzorce

$$\frac{1}{d^2(hkl)} = (h^2 + k^2 + l^2) / a^2 \quad (6)$$

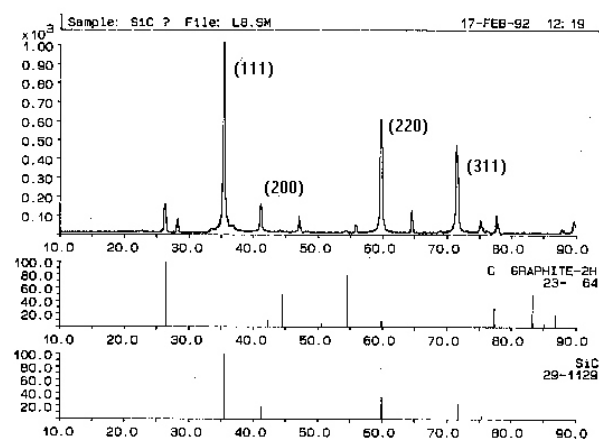
a pro $d(100)$, $d(110)$, $d(111)$, $d(311)$ tyto hodnoty: $d(100) = 0,45596$ nm, $d(110) = 0,45596/1,414 = 0,322$ nm, $d(111) = 0,316$ nm, $d(311) = 0,137$ nm.

6. Vyhodnocování dokonalosti vzorků SiC

V článku [4] jsme ukázali, že k hodnocení dokonalosti zrn je možné využívat jednoduchou semikvantitativní metodu difrakce rentgenového záření jako jedné z nedestruktivních metod. Zatím se neobjevila žádná jednodušší nedes-



Obrázek 3. Difraktogram α -SiC



Obrázek 4. Difraktogram SiC s příměsí grafitu.

truktivní metoda k hodnocení krystalitů. Aplikujme nyní tuto metodu na krystality (krystalová zrna SiC, připravené metodou VSS (odst.3). K dispozici jsou difraktogramy na obr. 3 a obr. 4. Z nich je třeba učít stupeň dokonalosti podle (5). Ze zvětšeného obr. 4 byly naměřeny hodnoty I_d a I_{max} . Poněvadž je vliv pozadí zanedbatelný zjednoduší se vztah (5) v tomto případě na

$$SD(hkl) = I_d / I_{max} \quad (7)$$

kde je přímo vyjádřeno, že SD závisí na Millerových indexech příslušné roviny, takže, $SD(111) = 1,25$, $SD(100) = 0,10$, $SD(110) = 0,351$, $SD(311) = 0,27$.

Z uvedených hodnot je zřejmé, že $SD(hkl)$ závisí na orientaci normály mřížkové roviny, což svědčí o jeho anizotropii. Nejdokonalejší jsou v pořadí roviny (111), (110), (311) a (100) v tomto pořadí, což souvisí s hustotou mřížkových bodů v těchto rovinách.

7. Závěr

Hodnocení dokonalosti krystalitů (zrna) krychlového karbidu křemičitého ukázalo, že krystality připravené metodou vysokoteplotní samošířící se syntézou v stechiometrickém poměru křemíku a grafitu jsou dokonalá krystalová zrna vysoké kvality pro abrazivní účely. Stupeň dokonalosti byl určen z obr. 3. Z obr. 4 pak vyplývá, že SiC



vznikl s přebytkem grafitu, jehož zrna jsou stejně jako zrna SiC dokonalé krystality a vyskytují se jako směs krystalitů SiC a grafitu ve výsledném produktu. Při nastavení vhodných podmínek je možné dalším postupem vytvořit i dokonalé monokrystal [2].

Literatura

- [1] Google/silicon carbide.
- [2] L. Sodomka, J. Fiala: Fyzika a chemie kondenzovaných látek s aplikacemi 1,2 Adhesiv, Liberec 2003 díl 1, kap2, kap3, díl 2, kap 28.
- [3] L. Sodomka: Rentgenová difraktoografie pevných látek, SNTL Praha 1960, str.87-90.
- [4] Difrakční záznamy prováděl RNDr. B.Knob.
- [5] E. Madelung: Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers. Ruský překlad: Matěmaticeskij apparat fiziki. Gos.Izd fiz.-mat lit. Moskva 1961, str.36.
- [6] L. Sodomka: Základy fyziky pro aplikace a nanotechnologii. Adhesiv, Liberec 2005 kap.13.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu v rámci výzkumného programu „Bezpečnostní výzkum - Testování možností použití a vytvoření metodických postupů pro práškovou rentgenovou mikrodifrakci jako komplementární metody k tradičním mikroanalytickým postupům ve forensní oblasti“ č. VD20062008B11 a Výzkumného záměru MSM0021620855.

Pozn. redakce. Tento příspěvek byl recenzenty i redakcí vyhodnocen jako poměrně kontroverzní, zejména co se týče navržené metody vyhodnocení "dokonalosti krystalitů", kde se nabízí řada otázek. Je proto zařazen do části nerecenzovaných příspěvků. Redakce dospěla k závěru, že jeho uveřejnění může být částečně užitečné, i vzhledem k tomu, že autor obdobný příspěvek přednesl na kolokviu Struktura 2011

UZPOMÍNKA

ZDENĚK ZIKMUND (1939-2008)

RNDr. Zdeněk Zikmund, CSc. se narodil 14. dubna 1939 v Rakovníku a zemřel po dlouhé těžké nemoci 22. května 2008 v Praze ve věku 69 let.

V Rakovníku navštěvoval základní školu a v letech 1952-1956 Gymnázium (tehdy jedenáctiletou střední školu) Zikmunda Wintra.

V letech 1956-1961 studoval na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy obor geologie (mineralogie). Během studia se z podnětu profesora Jiřího Nováka začal zajímat o strukturní krystalografii a rozhodl se jí nadále věnovat. Svoji diplomovou práci „Studium krystalové struktury hydratovaného kaliumu tellurátu“ vypracoval pod externím vedením RNDr. Vladimíra Synečka, CSc v tehdejší Ústavu fyziky pevných látek ČSAV.

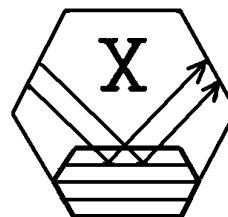
Po základní vojenské službě nastoupil 1.3.1962 do Ústavu fyziky pevných látek ČSAV, nejprve jako řádný aspirant, později pracoval jako asistent. Kandidátskou práci „Krystalová struktura $\text{Ca}_3\text{WO}_5\text{Cl}_2$ a pětičetná koordinace WO_5 “ obhájil v roce 1977 a v témže mu byla rozhodnutím

vědeckého kolegia fyziky ČSAV udělena vědecká hodnost kandidáta fyzikálně matematických věd v oboru experimentální fyzika.

V Ústavu fyziky pevných látek ČSAV, (od r. 1979 součástí Fyzikálního ústavu ČSAV, později AVČR) pracoval v oddělení vazeb a struktur, od roku 1986 v oddělení dielektrik, kde se zabýval se hledáním organických feroelektrik. Po odchodu do důchodu v roce 2001 pracoval nadále až do roku 2004 na částečný úvazek. Poslední léta života byla poznamenána zhoršující se chorobou, které nakonec podlehl.

Ve Zdeňkovi Zikmundovi jsme ztratili milého kolegu, který nám bude chybět. Jeho znalosti z oboru přírodních věd byly velmi rozsáhlé a značně překračovaly rámec oboru, ve kterém pracoval. Je málo známou skutečností, že kolega Zikmund je autorem loga Krystalografické společnosti, které můžete prohlédnout na obálce tohoto časopisu.

J. Hybler



DOPISY

NEOFICIÁLNÍ ZPRÁVA O ČINNOSTI ČLENA VÝPOČETNÍ KOMISE IUCr

Úvod

Byl jsem požádán redakční radou o zpětný pohled a svoje osobní zkušenosti z práce ve „Výpočetní komisi“ Mezinárodní krystalografické unie (IUCr), ve které jsem působil 18 let jako poradce, řádný člen, předseda a konečně jako „immediate past chairman“.

Ukazuje se, že politika a soukromé vztahy jsou i ve vědě důležitější než špičková znalost programovacích jazyků a ovládání souborů programů. Úředníci, politici a závist jsou hlavními nepřáteli jakékoliv odborné činnosti a boj s nimi nikdy nekončí. Na několika příkladech bych chtěl ilustrovat život v reálném prostředí. Přiznávám, že jsem vynechal řadu situací kladných, za což se omlouvám, tak i záporných, protože nechci vyvolávat duchy minulosti.

Start

Koncem šedesátých let se poněkud uvolnilo cestování a ředitelé některých ústavů toho využívali k vysílání svých zaměstnanců na zahraniční stáže. Cestování bylo v té době mimořádně atraktivní vzhledem k po desetiletí neměnnému kurzu koruny k zahraniční měně (1 USD = 10 Kč = sedm piv v běžné restauraci). Pracovníci po návratu se proto cítili nadřazení svým kolegům, kteří nikam nevyjeli. „Cestovatelé“ tvořili „elitu ústavu“, která mnohdy bránila dalším kolegům v zahraničních stážích. Vycestování bylo tedy vázané na zajištění plného financování cesty „legální a důvěryhodnou institucí“ v zahraničí. To se týkalo i mne, protože jsem byl o něco mladší než elitáři a hlavně jsem jako fyzik byl cizím elementem v chemickém ústavu. Přes všechna úskalí rozhodl prof. Wichterle, tehdejší ředitel ústavu, že si smím podat přihlášku do konkursu vypsánoho „NRC of Canada“.

Konkurs jsem „vyhrál“ a nastoupil v roce 1967 do rtg oddělení dr. Barnese v NRC v Ottavě. Po jisté „zkušební době“, kdy jsem prokázal naprostou neznalost metod a přístrojů užívaných na novém pracovišti mi kolega pověřený kádrovou politikou prozradil, proč dali přednost mně před třiceti fundovanými odborníky z Oxfordu, Cambridge atd. Mé hostitele totiž lákala příležitost politicky kazit representanta východního tábora, k čemuž doposud neměli možnost. Nemusím říkat, že výsledek byl právě opačný. V severní Americe je společensky nutné vše chválit, protože negativní postoje svědčí o neúspěšnosti mluvčího. Ke konci mého pobytu to došlo tak daleko, že sekretářka oddělení v mé přítomnosti (a jen v mé přítomnosti) peprně nadávala na místní poměry.

Můj vedoucí v NRC byl původem Egyptan. Kromě toho jako muslim byl nejvyšším hodnostářem sekty Ismailitů v Kanadě. V té době Československo dodávalo do Egypta zbraně a vojenská vozidla, takže jsem byl pod ochranou významné osobnosti. Vzhledem k jeho dalším funkcím, které zastával v IUCr, jsem byl navržen a přijat za „poradce“ do Výpočetní komise IUCr.

Škola NATO v Parmě 1971

V roce 1971 se konala škola výpočetní techniky v Parmě. Hlavním sponzorem bylo NATO. O mé účasti byl informován pouze předseda naší Akademie věd. Účast mi sice nezakázal, ale upozornil mě, že „o ničem neví“ a v případě nepříjemností mi nepomůže. Horší to bylo v Itálii. Místní studenti na protest proti NATO okupovali posluchárny na Universitě, přestože vedení školy je přesvědčovalo, že je lepší dát imperialistické peníze na základní výzkum v krystalografii než na kanóny. Posluchárny byly střeženy studenty přes den, dělníky v noci. Tak jsme byli nuceni přenést přednášky do sklepa jednoho hotelu ve městě, což byl soukromý objekt, kam studenti již nemohli. Studenti však zapoměli na to nejdůležitější: zablokovat menzu, kde jsme měli zaplacenou stravu. Na jídlo jsme přicházeli po skupinkách dvou, tří lidí, čehož si studenti nevšimli. Pouze jmenovku s nápisem Československa jsem musel rychle schovat, protože místní levicový tisk by tomu jistě věnoval nežádoucí pozornost.

Škola v Praze 1975

Roku 1975 byla uspořádána Letní škola IUCr výpočetní techniky v Praze. Mezi organizační potíže patřilo i zamítnutí udělení visa pro hlavního přednášejícího prof. Jerome Karleho, nositel Nobelovy ceny. Prof. Karle byl v té době vedoucím krystalografické laboratoře ve výzkumném ústavu amerického námořnictva. To bylo automaticky spojeno s hodností generála, bez ohledu na to zdali jmenovaný vůbec někdy sloužil v armádě. Ani diplomatická nota amerického ministerstva zahraničí nepomohla. Podařilo se však v Praze nalézt člena naší bezpečnosti, který měl uvedený případ odložený ve své zásuvce a přesvědčit ho, že Jerome Karle není Karel Jerom, ani Jaromír Karl, a že není československý emigrant. Naši houževnatost v jednání s úřady ocenil prof. Karle několikrát později.

Součástí programu školy byl i výlet na Konopiště se slavnostním obědem „bažant na víně“. Porce byly sice malé, ale bažanti značně uleželí. To se projevilo zdravotními potížemi mnoha účastníků. Mezi nimi byl i hlavní přednášející, nositel Nobelovy ceny, prof. Herbert Hauptman z USA. Přivolat českého lékaře se nepodařilo, vzhledem k tomu, že pacienti byli západní cizinci. Nakonec jsme přesvědčili jednoho studenta medicíny, aby prohlédl alespoň prof. Hauptmana, který na tom byl nejhůře. Na základě dobrozdání uvedeného medika jsme odvezli pacienta do Ruzyně k letadlu do Amsterdamu, kde se o něj již postarali holandsští kolegové.

Prof. Hauptman projevil pochopení pro naše specifické problémy i při své pozdější návštěvě na základě oficiálního pozvání Československé akademie věd. Jakožto vzácný host byl ubytován ve vile Lana, která byla určena pro VIP hosty ČSAV. Přidělená místnost byla sice tmavá, zato strop vysoký jako v kostele. Toaleta společná na chodbě. Cítil jsem nutnost se za zmíněné nedostatky omluvit, ale „Herb“ mě ujistil, že vše je OK, protože za války, když sloužil na křižníku v Pacifiku, bylo ubytování ještě horší. Během



mého pobytu v USA se pak prof. Hauptman projevil jako velmi pohostinný a umožnil mi navázat další kontakty užitečné pro činnost Výpočetní komise IUCr.

Letní škola v Praze měla dozvuky i v zahraničí. Během kongresu v Amsterdamu, který následoval po Letní škole, byl vznesen oficiální protest týkající se zamítnutí vstupních víz do ČSSR pro delegaci Izraelských krystalografů, kteří se chtěli účastnit této školy. Volný přístup byl totiž podmínkou pro sponzorování ze strany IUCr a dalších mezinárodních organizací. Hlavní útok byl veden na mého bývalého kanadského „supervisora“ arabského původu, který byl v dané době předsedou Výpočetní komise. Protože jsem předpokládal podobnou reakci Izraelců, přivezl jsem sebou z Prahy dvě bedny sborníků z Pražské školy, které jsem rozdál postiženým kolegům. Veškerou zodpovědnost jsem vzal na sebe, přičemž v pozadí jednání se vzpomenu na rozhodující Československou dodávku letadel a zbraní do Izraele, při vzniku tohoto státu. Tím byl problém zažehnán a přátelská spolupráce obnovena.

Škola v Bangalore 1980

Pobyt v Indii bývá spojen s nejrůznějšími zážitky díky odlišnosti kultury i klimatickým podmínkám. Předně je to různost jazyků, kterých je v Indii několik stovek, jestliže v to počítáme i místní nářečí. Tak například jen v samotné Bombay se mluví třemi jazyky. Angličtina je jakýmsi esperantem pro většinu obyvatel Indie. Je to však indická angličtina, bohatá na místní výrazy. Lidé ve vlaku suverénně přeskakují z jednoho jazyka do druhého. Ještě v letadle jsem se z turistického průvodce naučil několik krátkých vět, včetně pozdravů a výrazu souhlasu. Ten je původem ze sanskrtu a vyslovuje se „hača“. Je doprovázen kýváním hlavou tak, že Evropan je na rozpacích, zda jde o souhlas, či naopak. Tyto jazykové drahokamy jsem několikrát neopatrně použil, což mělo za následek, že po příjezdu do Kalkaty se mě hostitelé dotazovali, zda mluvím také bengálí, když mluvím hindí. Člověk se nemá zbytečně vytahovat.

Podobně lze způsobit rozruch i útržkovými znalostmi indické kultury obecně. Během školy v Bangalore uspořádal rektor hostitelské university pro frekventanty školy slavnostní večer, jehož součástí byla i produkce tanců a hudby. Rektor zdůraznil, že tance i hudba jsou čistě indického původu. Na rozdíl od svých kolegů, kteří přijeli v šortkách a košilích s krátkými rukávy, jsem jako jediný měl v kufru také tmavý společenský oblek. To rozhodlo o tom, že musím jako reprezentant školy panu rektorovi poděkovat. Kromě děkovných frází jsem si neodpustil poznámku, že vše co jsme viděli, byl skutečně originál, až na ruční varhánky, které byly součástí produkce. To vyvolalo šum v sále. Všiml jsem si totiž, že varhánky jsou ovládány pomocí pianové klaviatury, což je v rozporu s klouzavými tóny indické hudby. Rektor prohlásil, že se vsadí o pravdivost svého tvrzení. Rozhodnout měl dirigent orchestru. Potvrdil, že varhánky jsou indické. Na můj dotaz od kdy odpověděl, že už dva roky. Druhý den jsem od rektora obdržel svazek letenek do nejznámějších archeologických nalezišť v Indii.

Součástí pořádání mezinárodních škol je i stravování. Někteří účastníci nejedí hovězí, jiní vepřové nebo jednoduše žádné. Tradiční umístění slavnostní jídelny v je Indii

v parku, kde stojí velký stan, který má vchod ozdoben závěsem z barevných provazců. Později jsem pochopil, že tyto tránsné jsou obranou proti vstupu toulavých psů a stan brání nezvanému pactedu. Číšníci byli v uniformách a s bílými rukavicemi. Nicméně se mi podařilo nahlédnout do „kuchyně“ za stanem, kde se na kravském trusu peklo maso položené na plechu z barelu od benzínu. Kuchaři byli bosí a oblečeni pouze do bederních roušek. Nicméně servírované jídlo bylo znamenité chuti. Člověk nemá chodit tam, kam není zván. O užitečnosti zmíněných opatření jsem se přesvědčil také v jedné zahradní restauraci bez ochranného stanu, kde na můj steak se střemhlav vrhnul dosti veliký pták a nejen že mi ukradl maso, ale stačil se mi ještě vykálet do talíře.

Návštěva exotických zemí bývá spojena se zdravotními potížemi. Proto kolegové z Holandska a dalších západních zemí byli pro pobyt v Indii vybaveni krabicemi léků a návodem v jakých dávkách se mají hrsti medikamentů konzumovat. Hygienická stanice v Praze mi pro změnu nedala nic. Výsledek byl zajímavý. Já, nechráněn, jsem cestu přežil bez viditelných následků. Někteří západní kolegové naopak se týden po návratu domů ocitli v nemocnici. Jejich tělesná schránka totiž nesnesla náhlé přerušení medikace.

Cestování v Indii má své kouzlo. Přes protesty místních organizátorů jsem si prosadil, že z Bangalore do Madrasu nepoletím, ale použiji vlak standardní třídy, kterou užívají obyčejní Indové. Dobrodružství začíná již na přeplněném nádraží, kterému vévodí tabule s fotografiemi několika set kapesních zlodějí, kteří operují v dané budově. Kdo se u této tabule zastaví, má jistotu, že bude okraden. O bezpečnost cestujících ve vagoněch je pak postaráno silnými mřížemi v malých oknech beze skla kvůli větrání. Air-condition je, podobně jako v divadle, doplněno velkými větráky visícími nad každým sedadlem a trvale otevřenými dveřmi vagonu. Důsledkem toho je pokrytí cestujících i zavazadel silnou vrstvou prachu. Zajímavý efekt je vyvolán při průjezdu písečnou oblastí. Vagon se zahalí do mračna písku s viditelností pouhých několika centimetrů. Pochopil jsem, proč se studenti jedoucí do školy v Bombayi převlékají na nádraží z montérek do studentských uniforem a naopak. Sedadla ve vagonu jsou dřevěné desky velikosti ca 50 x 50 cm, na kterých se sedí se skříženými nohama. Pouze já, barbar z Evropy, jsem si sedl „nepohodlně“ s nohama opřenými o podlahu. Spolucestující hovořící střídavě místními jazyky a angličtinou se projeví jako upřímní hostitelé. Stále nabízeli na palmových listech jejich kašovitou stravu, která se konzumuje prsty pravé ruky, protože levá se užívá k očištění vodou po použití toalety. Doufám, že jsem to nepopletl. Po příjezdu v noci do cílové stanice mě nikdo nečekal, přestože setkání bylo domluveno. Na nástupišti zbylo jen několik bezdomovců a dva železničáři hovořící pouze lokálním jazykem. V takovém případě je zázračným slovem „superintendent“. Muž, který zachrání cestujícího bez rozdílu problému. Ověřil jsem si to i později, kdy jsem zjistil, že údajně zajištěné letadlo z Aurongabadu do Bombay je obsazeno na několik týdnů dopředu, takže bych ztratil zaplacené místo do Prahy. Na úkor neznámého Inda mi byla škrtnutím superintendantova pera v seznamu cestujících dána přednost, za což se touto cestou postiženému indickému cestujícímu dodatečně omlouvám.

Škola v Ottawě 1981

Z titulu předsedy Výpočetní komise jsem měl povinnost se také zúčastnit činnosti Komise pro mezinárodní krystalografické tabulky. Při kontrole tabulek jsem zjistil, že určitá partie, týkající se výpočtů geometrie, je chybná. Napsal jsem proto, pokud možná, zdvořilý dopis autorovi a upozornil ho, že do příslušné části se patrně vloudil „překlep“. Autor omyl uznal a opravu publikoval v Acta Crystallographica. Během školy v Ottawě ke mně přišel zmíněný pán s úmyslem uškrtnit mě za to, že jsem v jeho práci našel chybu. Dopadlo to dobře. Neuškrtil mě a naopak přinesl láhev dobrého vína.

Škola v Adelaidě 1987

Vstup do cizí země bývá doprovázen různými rituály. Tak např. Austrálie, jež byla v minulosti zamořena divokými králíky, velbloudy, koňmi a jinými zvířaty je na veškerý dovoz velice přísná. Po příletu do Perthu jsou na letišti kontrolovány, kromě jiného, i všechny dovezené potraviny. Kontrolovány, ale selektivně. Rohlík anglické výroby z paluby letadla je přijatelný. Týž rohlík z Prahy putuje v gumové rukavičce do nádoby s odpadem. Rovněž přivítání v universitním kampusu, kam jsme s několika kolegy přibyl z letiště ještě za tmy, bylo originální. Místní policie nás pokládala za nebezpečná individua mluvící špatnou angličtinou a podle toho s námi jednala. Před zatčením nás zachránil až řidič našeho mikrobuse, který se včas vrátil z kanceláře ubytovny.

Značný respekt jsem získal, když si účastníci školy v Adelaidě všimli, že hovořím plyně se zástupci řady národů. Tajemství spočívalo v tom, že Jugoslávec měl za manželku Češku, s Rusy jsem mluvil česky s ruským přízvukem, německy na základě slovníku z obrázkové knížky o zvířátkách, kterou jsem mnohokrát musel předčítat svým dětem, česko-polsky díky dlouhodobé známosti naší rodiny s jednou polskou lékařkou a lámanou angličtinou, kterou jsem nabyt jako malý chlapec během měsíčního pobytu v YMCA táboře v Anglii. Tomu odpovídal i získaný slovník, ve kterém nejobvyklejší výrazy patřily do skupiny „tabu“. Jednodušší to bylo s bulharštinou. Bulhar byl totiž původem z Prahy. Tyto „jazykové znalosti“ mi pomohly ke vstupu mezi vybrané úředníky IUCr.

A opět je tu slavnostní večeře pro účastníky školy. Vzácným hostem byl i „Ministr pro malý obchod a vědu“. Příletěl vlastním letadlem. Tajemník mu podstrčil červené desky s nápisem „School“ a ministr přednesl projev plný výčitek na téma, že se jako krystalografové vzájemně neznáme a nevíme, co kdo dělá. To pak má za následek dublování výzkumu a zvýšené náklady. Projev vhodný pro sjezd sběratelů poštovních známek nebo ochránce tulaňů. Jakožto předseda Výpočetní komise jsem měl povinnost mu poděkovat. Kromě obvyklých frází jsem si dovolil konstatovat, že se v rámci krystalografické komunity vzájemně dobře známe, což jsem demonstroval jmény několika přítomných kolegů. O spolupráci pak svědčí i tato mezinárodní škola. Posluchači potvrdili má slova hlasitým potleskem. Na rektorovi hostitelské university bylo vidět, že má obavy, aby se pan ministr neurazil a nesnížil škole státní dotace. U středního stavu pedagogů jsem však získal

sympatie a pozvání na několik „party“ s opulentní večeří. Pro jistotu jsem se panu ministrovi omluvil za svou špatnou angličtinu, a pokud vím, tak Universita v Adelaidě se finančně nezhroutil.

Zasedání v Záhřebu 1993

Z titulu representanta Výpočetní komise IUCr jsem byl v roce 1993 pozván na společné zasedání krystalografů původních států Jugoslávie, které se konalo v Stubičke Toplice nedaleko Záhřebu. Přistání na letišti bylo nestandardní. Plno tanků a protiletadlových kanónů obsluhovaných vojáky několika států. Do místa zasedání jsem byl dopraven moderním Mercedesem, který k mému překvapení, jel po lesních cestách, které byly plně spadných srbskými raketami. Slovinci přijeli bez obtíží. Ze Srbska přibyl pouze jediný kolega, který jako alpinista překonal pěšky hraniční hory s batohem na zádech. Působivý byl i výlet účastníků zasedání do náboženského střediska Gornja Stubica, kde stovky vojáků nastupovali ke zpovědi a svatému přijímání před odchodem na frontu. Podobný obřad je nám známý z české literatury, popisující svěcení zbraní vojskům za první světové války. Naše rozpaky byly rozptýleny pohostinností místního hlavního duchovního, který se ukázal jako výborný hostitel se zásobami kvalitního vína.

Závěr

Mojí snahou bylo ilustrovat na několika příhodách, spojených s činností ve Výpočetní komisi IUCr, že i negativní situace mohou vést k pozitivním výsledkům. To potvrzuje i moje vyškrtnutí ze seznamu důstojníků Čs. lidové armády, kteří měli být přeškoleni obsluhu raket umístěných v Sovětském svazu. Důvodem byly moje časté kontakty s lidmi ze západu během působení v IUCr. A tak místo mne musel nastoupit do tříměsíčního kursu, konaného v polních podmínkách v blízkosti polárního kruhu, můj kolega z jisté vysoké školy. Jeho jméno z důvodů utajení zamlčím.

K. Huml

Poznámka redakce:

RNDr. Karel Huml, DrSc. Vedoucí rtg laboratoře v Ústavu makromolekulární chemie Československé akademie věd (1969-1993), dlouholetý člen a předseda Výpočetní komise Mezinárodní krystalografické unie (IUCr) a později předseda Evropské krystalografické asociace, se účastnil organizace řady Mezinárodních škol a Evropských krystalografických konferencí. Do povědomí mezinárodní krystalografické komunity vstoupil tím, že v roce 1975 zorganizoval v Praze „Mezinárodní letní školu krystalografických výpočtů“. Osmidenní akce se zúčastnilo 240 posluchačů. Je spoluautorem knihy „Crystallography Computing Techniques“ (ed. F. R. Ahmed, K. Huml, B. Sedláček, nakladatelství Munksgaard 1976, 502 stran), ve které 54 přednášejících, včetně dvou nositelů Nobelových cen, shrnuje tehdejší stav rentgenové strukturní analýzy.



INFORMACE - KNIHY

Základy fyziky pro aplikace a nanotechnologii

1. díl

L. Sodomka a kolektiv, nakladatelství Adhesiv

Je tištěný první díl třídílného titulu. Obsahuje základní poznatky o fyzice, stručný matematický aparát matematiky, mechaniku, kmitání a vlnění, termodynamiku a statistickou fyziku. Každá kapitola je uzavřena aplikacemi a příslušnou literaturou k dalšímu studiu. Kniha je vhodná pro učitele středních a vysokých škol i pro doplnění vzdělání fyziky pro techniky i lékaře.

Rozsah je 316 stran A5, cena 450 Kč.

Základy fyziky pro aplikace a nanotechnologii

1, 2, 3 díl na CD

L. Sodomka, nakladatelství Adhesiv

1. díl: Obsahuje základní poznatky o fyzice, stručný matematický aparát matematiky, mechaniku, kmitání a vlnění, termodynamiku a statistickou fyziku.

2. díl: Elektrodynamika, optika, relativita, kvantová fyzika, atomová a jaderná fyzika

3. díl: Fyzika kondenzovaných látek, biofyzika, přístrojová fyzika, geofyzika, kosmická fyzika, počítačová fyzika, unitární teorie, teorie superstrun, synenergetika, fyzika a filosofie, fyzika v budoucnosti, jednotky, tabulky.

Každá kapitola je uzavřena aplikacemi a příslušnou literaturou k dalšímu studiu. CD je vhodná pro učitele středních a vysokých škol i pro doplnění vzdělání fyziky pro techniky i lékaře. Pro výuku je možné využívat i barevné obrázky.

Text je možné rozmnožovat v malém počtu do 50 pro žáky a posluchače tiskem.

CD je vhodné pro další vzdělávání a rozšiřování znalostí z fyziky pro pedagogy fyziky všech typů, pro techniky, lékaře a zájemce o fyziku.

Rozsah je 1400 stran A4, cena 1400 Kč.

Kronika Nobelových cen I, II

L. Sodomka, nakladatelství Adhesiv 2002, 2003

Dvě knihy obsahující přehled Nobelových cen udělených za fyziku, chemii, medicínu a fyziologii, mír a literaturu. Jsou doplněny přehledem cen za ekonomii nazývaných také nesprávně Nobelovými cenami. Na počátku každé disciplíny je uvedena historie oboru do roku 1900 následovaná chronologicky řazeným popisem jednotlivých Nobelových cen. Publikace je vhodná obecnou i vědeckou veřejností, pro spisovatele, redaktory, pedagogy a studenty všech typů škol.

Počet cca 700 stran, cena obou dílů 400 Kč. Je možné také text na CD, cena 250 Kč s možností vytvářet kopie.

Kronika Nobelových cen

L. Sodomka, nakladatelství Knižní klub, 2004

Kniha obsahující přehled Nobelových cen udělených za fyziku, chemii, medicínu a fyziologii, mír a literaturu. Je doplněna přehledem cen za ekonomii nazývaných také někdy nesprávně Nobelovými cenami. Na počátku každé disciplíny je uvedena historie oboru do roku 1900 následovaná chronologicky řazeným popisem jednotlivých Nobelových cen. Publikace je vhodná obecnou i vědeckou veřejností, pro spisovatele, redaktory, pedagogy a studenty všech typů škol. Text v tomto vydání byl upraven redaktory Reflexu. Původní text lze najít ve dvoudílné verzi knihy vydané nakladatelstvím Adhesiv.

Počet cca 700 stran, cena 500 Kč. Je možné také text na CD cena 250 Kč s možností vytvářet kopie.

Všechny výše uvedené knihy je možné objednat na adrese L.Sodomka, Horská 16, 46014 Liberec 14, nebo na adrese: Lubomir.Sodomka@volny.cz.

