

## Odborné názvosloví

## KRYŠTÁL, KRYŠTÁLOVÁ ŠTRUKTÚRA, MRIEŽKA

SLAVOMIL ĎUROVIČ, BORIS GRUBER\*)

Ústav anorganickej chémie CCHV SAV, 842 36 Bratislava

\*) Katedra matematickej fyziky, Matematicko-fyzikálna fakulta Karlovej Univerzity, Malostranské nám. 2/25, 118 00 Praha

Základné stavebné častice tuhej látky (čes. pevné látky), tj. atómy, ióny alebo molekuly, sa spravidla spájajú do väčších celkov nazývaných *stavebné jednotky* (stavební jednotka — building unit) pozostávajúce z nevelkého počtu týchto základných stavebných častíc. Stavebné jednotky sú buď trojrozmerné *bloky* (blok — block), dvojrozmerné *periodické vrstvy* (vrstva — layer) alebo jednorozmerne *periodické stĺpce* (sloupec — rod).

Za rozhodujúci znak *kryštalickej látky* (kryštalická látka — crystalline substance) sa donedávna považovala trojrozmerná periodicitá rozmiestnenia základných stavebných častíc v nej. V tomto zmysle sú kryštalické látky aj definované v najnovšom vydaní *International Tables for Crystallography* (Th. Hahn, Ed., Reidel, 1983). Dnes sa však ukazuje, že tento pojem treba chápať všeobecnejšie. Podľa súčasných názorov je pre kryštalickú látku charakteristické to, že:

a) všetky stavebné jednotky, z ktorých sa kryštalická látka skladá, sú geometricky ekvivalentné, alebo počet druhov stavebných jednotiek je malý v porovnaní s celkovým počtom stavebných jednotiek obsiahnutých v uvažovanom telese,

b) počet druhov párov susediacich stavebných jednotiek je takisto malý v porovnaní s celkovým počtom týchto párov.

Splnenie týchto podmienok má za následok spravidla trojrozmernú periodicitu, avšak existujú aj odlišné prípady (polytypy, tuhé roztoky, parakryštály a kvázikryštály). V *amorfných látkach* (amorfná látka — amorphous substance) je rozmiestnenie stavebných jednotiek (nie základných stavebných častíc) viacmenej náhodilé, avšak ostrá hranica medzi kryštalickými a amorfnými látkami neexistuje.

*Kryštál* (krystal — crystal) v širšom slova zmysle je tuhé teleso zložené zo stavebných jednotiek v súhlase s bodmi a) a b). *Kryštálový priestor* (krystalový priestor — crystal space) je priestor, ktorý zaujíma kryštál. Spôsob rozmiestnenia základných stavebných častíc v kryštáli sa nazýva *kryštálová štruktúra* (krystalová štruktúra — crystal structure). V niektorých prípadoch sa vyžaduje, aby kryštál bol ohraničený rovinovými plochami, ktorých orientácia je v súlade s jeho štruktúrou.

Kryštál v užšom slova zmysle je tuhé teleso, v ktorom je rozdelenie základných stavebných častíc trojrozmerné periodické. Iba takéto kryštály budú predmetom nasledujúceho textu.

Ak pre daný cieľ môžeme v danom telese predpokladať trojrozmernú periodicitu rozdelenia základných stavebných častíc, hovoríme o *usporiadanom kryštáli* (usporiadaný krystal — ordered crystal), ak chceme zdôrazniť závažné odchýlky od takejto periodicity, považujeme kryštál za *neusporiadaný* (neusporiadaný krystal — disordered crystal). Iné delenie sa týka toho, že v každom kryštáli sa vyskytujú rôzne lokálne poruchy, nečistoty, atómy vykonávajú tepelné kmity a pod. Pokiaľ ich berieme do úvahy, hovoríme o *reálnom kryštáli* (reálny krystal — real crystal), ak od

nich možno abstrahovať, hovoríme o *kryštáli ideálnom* (ideálny krystal — ideal crystal). Analogicky hovoríme aj o *usporiadanej* (usporádaná krystalová štruktúra — ordered crystal structure), *neusporiadanej* (neusporádaná krystalová štruktúra — disordered crystal structure) a *ideálnej kryštálovej štruktúre* (ideálny krystalová štruktúra — ideal crystal structure). Čím viac sa daná štruktúra líši od usporiadanej, prípadne ideálnej, tým má vyšší *stupeň neusporiadanosti* (stupeň neusporiadanosti — degree of disorder).

Teleso tvorené jediným kryštálom alebo kompaktným agregátom niekoľkých kryštálov približne rovnakej orientácie, sa nazýva *monokryštálom* (monokrystal — single crystal). Kompaktný agregát niekoľkých kryštálov s výrazne odlišnou orientáciou sa nazýva *polykryštál* (polykrystal — polycrystal), napr. *bikryštál* (bikrystal — bicrystal). *Polykryštálická látka* (polykryštálická látka — polycrystalline substance) je kompaktný alebo nekompaktný agregát väčšieho počtu kryštálov. V prípade kryštálov v širšom zmysle slova treba tieto pojmy osobitne špecifikovať.

*Mriežka* (mřížka (v češtine tiež mříž) — lattice) je abstrakcia, ktorá vyjadruje translačnú periodicitu rozmiestnenia identických bodov v kryštáli, tj. bodov s rovnakou hodnotou fyzikálnej alebo geometrickej vlastnosti. Zo stránky geometrickej je to množina bodov  $X$  tvaru

$$X = O + ma + nb + pc,$$

kde  $O$  je pevný bod,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  pevná trojica nekomplanárnych vektorov a  $m$ ,  $n$ ,  $p$  prebiehajú nezávisle všetky celé čísla. Podľa súvislostí, v ktorých sa o mriežke hovorí, môžu sa používať spojenia: *kryštálová* (krystalová mřížka — crystal lattice), *translačná* (translační mřížka — translation lattice), *priestorová* (prstorová mřížka — space lattice) alebo *Bravaisova mriežka* (Bravaisova mřížka — Bravais lattice).

Body mriežky nazývame *mriežkovými bodmi* (mřížkový bod — lattice point) (*uzlami* (uzel — node)). Vektor, ktorý spája dva ľubovoľné mriežkové body, je *mriežkový vektor* (mřížkový vektor — lattice vector). Každá trojica lineárne nezávislých mriežkových vektorov tvorí *bázu mriežky* (báze mřížky — basis of a lattice).

*Translácia* (translace — translation) mriežky o ľubovoľný mriežkový vektor je *operácia koincidencie* (operace koincidence — coincidence operation) (*zákrytová operácia* (zákrytová operace — coincidence operation)). Preto sa veľkosť každého mriežkového vektoru nazýva *periodou identity* (perioda identity — identity period). Množina všetkých mriežkových vektorov tvorí vzhľadom na vektorové sčítanie *translačnú grupu* (translační grupa — translation group).

Priamka prechádzajúca dvoma mriežkovými bodmi sa nazýva *mriežková priamka* (mřížková přímka — lattice line), jej smeru sa hovorí *kryštalografický smer* (krystalografický směr — crystallographic direction.) Ak je v mriežke zavedený súradnicový systém  $O$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  udáva sa kryštalografický smer trojicou nesúdeliteľných čísel  $m$ ,  $n$ ,  $p$ .

Rovina prechádzajúca troma mriežkovými bodmi neležiacimi na priamke, je *mriežková rovina* (mřížková rovina — lattice plane). Množina všetkých navzájom rovnobežných mriežkových rovín tvorí *osnovu* (osnova mřížkových rovín — set of lattice planes) týchto rovín. Je určená trojicou *Millerových indexov* ( $hkl$ ) (Millerovy indexy — Miller indices) alebo štvoricou *Bravaisových indexov* ( $hkil$ ) (Bravaisovy indexy — Bravais indices), tvoriacich *Millerov* (Millerův symbol — Miller symbol) resp. *Bravaisov symbol* (Bravaisův symbol — Bravais symbol). Vzdialenosť dvoch susedných rovín v osnove je *medzirovinná vzdialenosť*  $d_{hkl}$  (mezirovinná vzdálenost — interplanar spacing, interplanar distance).

Mriežka sa znázorňuje buď priamo svojimi bodmi (*bodové zobrazenie* (bodové zobrazení mřížky — point representation of a lattice)), alebo sústavou troch osnov mriežkových priamok (*priamkové zobrazenie* (přímkové zobrazení mřížky — line representation of a lattice)). Priamkových zobrazení je pre každú mriežku nekonečne mnoho, zatiaľ čo bodové zobrazenie je jediné.

*Bunkou* (buňka — cell) mriežky  $M$  rozumieme každý (uzavretý) rovnobežnosten, ktorého vrcholy sú mriežkové body. Ak umiestnime do hrán bunky  $B$  vektory  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{c}$  potom čísla

$$a = |\mathbf{a}| \quad b = |\mathbf{b}| \quad c = |\mathbf{c}|$$

$$\alpha = \arccos(\mathbf{b} \cdot \mathbf{c}/bc) \quad \beta = \arccos(\mathbf{c} \cdot \mathbf{a}/ca) \quad \gamma = \arccos(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}/ab)$$

nazývame *parametrami bunky B* (parametry buňky — cell parameters). Vektory  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{c}$  tvoria bázu mriežky  $M$  ktorá zodpovedá bunke  $B$ .

Pokiaľ bunka obsahuje mriežkové body iba vo svojich vrcholoch, je *primitívna* (primitivní buňka — primitive cell) (symbol  $P$ ) a zodpovedá jej *primitívna báza* (primitivní báze — primitive basis) (symbolom  $R$  označujeme *romboedrickú bunku* (romboedrická buňka — rhombohedral cell), ktorá je tiež primitívna a má parametre  $a = b = c$ ,  $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$ ). V opačnom prípade bunku, ako i jej zodpovedajúcu bázu nazývame *centrovanou* (centrovaná buňka — centred cell) (*viacnásobnou* (vícenásobná buňka — multiple cell), *neprimitívnu* (neprimitivní buňka — non-primitive cell)). Obvyklé centrované bunky sú: *bázicky centrovaná* (bazálně centrovaná buňka —  $A$ -,  $B$ -,  $C$ -face centred cell) (dve protilahlé steny obsahujú aj vo svojom strede mriežkový bod; určitejšie hovoríme o bunke  $A$ -centrovanej alebo  $B$ -centrovanej alebo  $C$ -centrovanej podľa toho, či sú centrované steny určené vektormi  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{c}$  alebo  $\mathbf{c}$ ,  $\mathbf{a}$  alebo  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ ), *plošne centrovaná* (plošně centrovaná buňka — (all-)face centred cell) (symbol  $F$ : všetky steny obsahujú mriežkový bod aj v svojom strede), a *priestorovo centrovaná* (prostorově centrovaná buňka — body centred cell) (symbol  $I$ ; mriežkový bod je aj v strede bunky).

Pretože v každej mriežke možno nájsť nekonečne veľa buniek (dokonca primitívnych), je účelné vybrať z nich podľa určitých pravidiel jednu, ktorá by mriežku pri rôznych príležitostiach reprezentovala. Takúto bunku nazývame *redukovanou* (redukováná buňka — reduced cell) a zodpovedá jej *redukovaná báza* (redukováná báze — reduced basis). Dnes sa za ňu berie spravidla *Niggliho bunka* (Niggliho buňka — Niggli cell). Je primitívna a jednoznačná, avšak zväčša nezachycuje svojim tvarom symetrické vlastnosti mriežky, prípadne štruktúry, ktorej translačnú symetriu mriežka vyjadruje.

Túto nevýhodu nemá *základná bunka* (základní buňka — unit cell) (nevhod. *elementárna bunka* (elementární buňka — elementary cell)), na ktorej symetriu mriežky jasne vidieť. V triklinických mriežkach sa spravidla stotožňuje s redukovanou bunkou. Základná bunka nemusí byť primitívna. Rozlišuje sa 14 základných *Bravaisových typov* (Bravaisův typ — Bravais type) týchto buniek. Základná bunka sa vyberá podľa konvenčných pravidiel zohľadňujúcich predovšetkým symetriu.

Vektory definované hranami základnej bunky sa nazývajú *základné vektory* (základné vektory — basis vectors). Tvoria *základnú bázu* (základní báze — conventional basis), ich veľkosti sú *základné periódy identity* (základní periody identity — unit-cell dimensions) a tie spolu s troma *medziosovými uhlami* (meziosové úhly — interaxial angles) sa označujú ako *mriežkové parametre* (mřížkové parametry — lattice parameters) (nevhod. *mriežkové konštanty* (mřížkové konstanty — lattice constants)).

Ak je základná bunka primitívna, hovoríme aj o príslušnej mriežke ako o *primitívnej* (primitivní mřížka — primitive lattice), v opačnom prípade o *neprimitívnej* (neprimitivní mřížka — non-primitive lattice) alebo o *centrovanej mriežke* (centrovaná mřížka — centred lattice), špeciálne o *bázicky* (bazálně centrovaná mřížka — A-, B-, C-face centred lattice), *plošne* (plošně centrovaná mřížka — (all-)face centred lattice) a *priestorovo centrovanej mriežke* (prostorově centrovaná mřížka — body centred lattice). Takisto sa aj pojem Bravaisových typov prenáša zo základných buniek na príslušné mriežky.

Polohy bodov v základnej bunke sa udávajú pomocou *relatívnych súradníc* (relativní souřadnice — relative coordinates) (syn. *frakčných súradníc* (frakční souřadnice — fractional coordinates)) vzhľadom na osový systém  $a, b, c$  určený základnými vektormi, ktorých relatívne dĺžky sa považujú za jednotkové. Tento osový systém nemusí byť pravouhlý. V niektorých prípadoch je však výhodné udávať polohy bodov vzhľadom na pravouhlý osový systém pomocou *absolútnych ortonormálnych súradníc* (absolutní ortonormální souřadnice — absolute orthonormal coordinates).

V hexagonálnej sústave je niekedy účelné voľiť dvojnásobnú *C-centrovanú ortohehexagonálnu bunku* (orthohehexagonální buňka — orthohexagonal cell) alebo trojnásobnú, *hexagonálne centrovanú bunku* (hexagonálně centrovaná buňka — hexagonally centred cell) (symbol  $H$ ; relatívne súradnice mriežkových bodov, ktoré nie sú vo vrcholoch:  $2/3, 1/3, 0$  a  $1/3, 2/3, 0$ ). Ak sa romboedrická mriežka opisuje pomocou hexagonálneho osového systému, je výsledná bunka trojnásobná, *romboedricky centrovaná* (romboedricky centrovaná buňka — rhombohedrally centred cell), s mriežkovými bodmi:  $1/3, 2/3, 2/3$  a  $2/3, 1/3, 1/3$  (*obverzné postavenie* (obverzní postavení — obverse setting)) alebo  $1/3, 2/3, 1/3$  a  $2/3, 1/3, 2/3$  (*reverzné postavenie* (reverzní postavení — reverse setting)). Základná bunka v monoklinických mriežkach môže byť vzhľadom na osový systém v *prvom* (první postavení — first setting), *druhom* (druhé postavení — second setting) alebo *tretom* (třetí postavení — third setting) postavení podľa toho, či *význačná os* (význačná osa — unique axis) kolmá na rovinu vektorov zvierajúcich *monoklinický uhol* (monoklinický uhel — monoclinic angle) je rovnobežná s osou  $c, b$  alebo  $a$ .

Ak  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$  sú lineárne nezávislé vektory a ak definujeme vektory  $\mathbf{a}^*, \mathbf{b}^*, \mathbf{c}^*$  pomocou vzťahov

$$\mathbf{a}^* = \frac{1}{V} (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) \quad \mathbf{b}^* = \frac{1}{V} (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) \quad \mathbf{c}^* = \frac{1}{V} (\mathbf{a} \times \mathbf{b})$$

$$(V = (\mathbf{a} \times \mathbf{b}) \cdot \mathbf{c}) \quad (2)$$

hovoríme, že vektory  $\mathbf{a}^*, \mathbf{b}^*, \mathbf{c}^*$  sú *recipročné* (reciprokový vektor — reciprocal vector) vzhľadom na vektory  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ . Ak je pritom  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$  primitívna báza mriežky  $M$  a  $\mathbf{a}^*, \mathbf{b}^*, \mathbf{c}^*$  primitívna báza mriežky  $M^*$  nazývame  $M^*$  *recipročnou mriežkou* (reciproká mřížka — reciprocal lattice) vzhľadom na mriežku  $M$ , ktorú za týchto okolností nazývame niekedy aj *priamou mriežkou* (přímá mřížka — direct lattice). V podobnom zmysle hovoríme aj o *recipročnom* (reciprokový prostor — reciprocal space) a *priamom priestore* (přímý prostor — direct space). Vektor

$$\mathbf{H}_{hkl} = h\mathbf{a}^* + k\mathbf{b}^* + l\mathbf{c}^*$$

je kolmý na osnovu mriežkových rovín ( $hkl$ ) v mriežke  $M$  a jeho veľkosť sa rovná recipročnej hodnote medzirovinnej vzdialenosti  $d_{hkl}$ . Recipročná mriežka  $M^*$  nezávisí od voľby primitívnej bázy v primitívnej mriežke  $M$ .

Ak zostrojíme vektory  $\mathbf{a}^*$   $\mathbf{b}^*$   $\mathbf{c}^*$  podľa vzťahov (2) k základným vektorom  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{c}$  mriežky  $M$ , potom parametre bunky  $M^*$  určenej vektormi  $\mathbf{a}^*$ ,  $\mathbf{b}^*$ ,  $\mathbf{c}^*$  nazývame *recipročnými mriežkovými parametrami* (reciproké mriežkové parametre — reciprocal cell parameters).

Analogickým spôsobom ako boli definované priestorové *trojrozmerné mriežky* (trojrozmerná mriežka — three-dimensional lattice), sú definované aj *rovinné* (rovinná mriežka — plane lattice) (*dvojrzmerné* (dvoourozmerná mriežka — two-dimensional lattice)) a *priamkové* (prímková mriežka — row lattice) (*jednorozmerné mriežky* (jednorozmerná mriežka — one-dimensional lattice)). Možno ich chápať ako časti trojrozmernej mriežky ležiace v mriežkových rovinách, prípadne v mriežkových priamkach, ale aj ako abstrakcie, ktoré vyjadrujú translačnú periodicitu rozmiestnenia identických bodov v stavebných jednotkách s dvojrzmernou, resp. jednorozmernou periodicitou, tj. vo vrstvách a stĺpcoch.

Väčšinu doteraz zavedených pojmov možno preniesť aj do dvojrzmerných a jednorozmerných mriežok. Sú tu však rôzne zjednodušenia. Napr. existuje iba 5 Bravaisových typov rovinných mriežok. Ich bunky sa nazývajú *oká* (oko - mesh).

Štruktúry kryštálov v užšom zmysle slova sa často zobrazujú pomocou abstraktných útvarov — modelov — tvorených bodmi reprezentujúcimi polohy všetkých atómov. Tieto útvary obsahujú informácie nielen o mriežkových transláciách, ale aj o lokálnom usporiadaní jednotlivých atómov, ktoré sa opakuje pri každom mriežkovom bode — tzv. *motív* (motív — motif). Takýto model možno opísať pomocou mriežkových parametrov spolu s udaním polôh jednotlivých bodov motívu, tj. *ťažísk atómov* pripadajúcich na jednu základnú bunku (prípadne jej nezávislú časť). Na ich určenie sa používajú relatívne (frakčné) súradnice, ktorým sa v tejto súvislosti hovorí *atómové súradnice* (atomové souřadnice — atomic coordinates). Číselné údaje zahrňujúce súradnice všetkých atómov v základnej bunke, obsadzovacie faktory príslušných polôh, koeficienty tepelných kmitov, mriežkové parametre a prípadne ďalšie relevantné hodnoty sa nazývajú *štruktúrne parametre* (strukturní parametry — structural parameters).

*Upozornenie.* Bodový model kryštálovej štruktúry sa najmä v staršej literatúre niekedy označuje ako „mriežka“, prípadne „štruktúrna mriežka“, alebo aj „kryštálová štruktúrna mriežka“. Toto označenie je nesprávne. Podobne neodporúčame považovať kryštálovú štruktúru za kombináciu „mriežky s bázou“ (pričom „báza“ značí v tomto kontexte motív). Termín „báza“ má totiž v geometrii mriežky pevne stanovený význam (pozri príslušnú definíciu) a jeho používanie v dvoch rôznych, avšak blízkyh významoch, nie je žiadúce.

### Komentár.

Nekonvenčná definícia kryštalických látok v úvode tejto kapitoly vychádza z presvedčenia, že považovať trojrozmernú periodicitu rozmiestnenia základných stavebných častí v tuhej látke za charakteristickú vlastnosť kryštalických látok, je z hľadiska nových poznatkov nesprávne, pretože sa tým zamieňa príčina s následkom a vedie k neúčelnému zúženiu obsahu pojmu. Trojrozmerná periodicitu je dôsledkom skutočnosti, že ak určitá lokálna konfigurácia atómov je energeticky výhodná, môže sa v priestore periodicky opakovať. Opakovanie energeticky stabilnej konfigurácie však môže mať za následok i usporiadanie, ktoré nie je trojrozmerné periodické — typickým príkladom sú neperiodické polytypy, ale aj najnovšie

objavené kvázikryštály. Navyše dôsledné trvanie na trojrozmernej periodicite by znamenalo vylúčenie tuhých roztokov z radov kryštálov. Preto sme sa rozhodli použiť prácu K. Dornbergerovej-Schiffovej a H. Grellovej (Kristallografija 27 (1982) 126—133) a rozlišovať kryštály v širšom slova zmysle a v užšom slova zmysle (trojrozmerná periodicita) bez toho, že by sme tieto názvy kodifikovali ako termíny.

Proti často používanému termínu „elementárna bunka“ namietame toto: keby analogický výraz existoval aj v angličtine (existuje v ruštine a v nemčine), akceptovali by sme ho. Avšak v angličtine je „unit cell“ a preložiť ho ako „jednotková bunka“ by viedlo ku komplikáciám s odvodeninami. Naproti tomu termín „základná bunka“ umožňuje logické uplatnenie atribútu „základný“ aj v termínoch „základné vektory“, „základné periód identity“, „základná báza“; reálne pomenované týmito termínmi sa dobre odlišujú od ostatných buniek, mriežkových vektorov, periód identity a báz.

V češtine sa vedľa termínu „mřížka“ ponecháva synonymum „mříž“. V slovenčine táto paralela neexistuje. Popri „mriežkovom bode“ ponechávame ako synonymum aj „uzol“ ktorý sa v našich jazykoch dosť rozšíril pod vplyvom ruskej odbornej literatúry.

Veľkosti základných vektorov nie sú pre danú látku konštanty, ale závisia od teploty, tlaku, zloženia a iných faktorov. Preto je nevhodné používať pre ne termín „mriežkové konštanty“ aj keď je tento značne rozšírený v našej i zahraničnej literatúre. Na túto skutočnosť upozornil u nás pred časom M. Černoňorský. Odporúčame preto termín „mriežkové parametre“ ktorý je v súlade aj s Medzinárodnými tabuľkami 1983.

---

**NOVÝ VIACVRSTVOVÝ POVLAK TCC 2000** ponúka firma Leybold-Heraeus GmbH. Povlak, ktorý je elektricky vodivý a má vysokú odrazivosť tepelného žiarenia, pozostáva z kovového filmu a dvoch oxidových vrstiev. Pri zabudovaní do automobilových skiel znižuje tepelné vyžarovanie o 50 %, umožňuje rozmrazenie čelného a zadného skla v čase kratšom ako dve minúty a zabraňuje orosovaniu skiel z vnútornej strany.

Glass Industry, máj 1987 (*Liška*)

Firma Cyborg Corp. ponúka zariadenie, ktoré rozširuje IBM kompatibilné osobné počítače (IBM PC) na zberače dát pre laboratórnu a priemyselnú prax. Pridavný hardware a software vyrábaný pod názvom Loggernaut dopĺňa analytické a grafické možnosti IBM PC o zber dát, sledovanie trendov, monitorovanie havarijných stavov a o automatizovaný zber dát spojený vyšším teplotám a väčším dávkám záření (např.  $\alpha$ -časticím vyslaným některými zářiovými materiály používanými v elektronice). Nevýhodou GaAs je jeho nesnadná príprava a následkom jeho křehkosti i značná tendence k lomu během opracování. Nanosením GaAs na Si podložku vznikne materiál spojující v sobě vynikající optoelektronické vlastnosti GaAs s mechanickými vlastnostmi Si. Příprava těchto vrstev je zajišťována dvěma postupy — MBE (molecular beam epitaxy) a MOCVD (metalorganic chemical vapor deposition).

Glass Industry, máj 1987 (*Liška*)

Si a GaAs TVOŘÍ VHODNOU KOMBINACI, která potlačuje negativní vlastnosti projevující se při samostatném využívání těchto látek. Jedním z limitujících faktorů využívání Si ve vláknové optice je jeho neschopnost emitovat světlo, tzn., že nemůže být použit k výrobě laserů jako základního prvku optických systémů. Dalším omezujícím faktorem je rychlost — elektrony se v GaAs pohybují  $5 \times$  rychleji než v Si. GaAs je schopen emitovat světlo, je odolný vyšším teplotám a větším dávkám záření (např.  $\alpha$ -časticím vyslaným některými zářiovými materiály používanými v elektronice). Nevýhodou GaAs je jeho nesnadná příprava a následkem jeho křehkosti i značná tendence k lomu během opracování. Nanosením GaAs na Si podložku vznikne materiál spojující v sobě vynikající optoelektronické vlastnosti GaAs s mechanickými vlastnostmi Si. Příprava těchto vrstev je zajišťována dvěma postupy — MBE (molecular beam epitaxy) a MOCVD (metalorganic chemical vapor deposition).

High Technol., 7, 1987, č. 3, s. 38—41

Fryntová