

Úvod do štúdia tuhých roztokov K-živcov z granodioritu hodruško-štiavnického intruzívneho komplexu (HŠIK)

MILOSLAV ŠULGAN

Geologický ústav CGV SAV, Horná 17, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 28. 9. 1987, revidovaná verzia doručená 7. 1. 1988)

Introduction to the study of K-felspar solid solutions in granodiorite of the Hodruša—Štiavnica intrusive complex, Central Slovakia

The paper summarizes some basic knowledge on the mechanism of solid solution decomposition in alkali feldspars with emphasis onto phenomena described from K-feldspars of the Hodruša—Štiavnica intrusive complex, together with basic characteristics of these feldspars (chemical composition and structural state). According to optic data of the K-feldspar from granodiorite, microperthitic structures are present (due to catastrophic granulation) together with relicts of homogenous K-feldspar displaying deuterie λ_2 periodicity (Parsons, Brown, 1984).

Úvod

Aplikácia nových metodík výskumu hlavne pomocou TEM (transmisnej elektrónovej mikroskopie (napr. Parsons, 1978; Yund, Chapple, 1980; Christoffersen, Schedl, 1980; Yund, Tullis, 1983; Brown, Parsons, 1983; Brown et al., 1983; Parsons, Brown, 1984) spolu s novými výsledkami experimentálnych prác v živcových systémoch (napr. Goldsmith, Newton, 1974; Smith, Parsons, 1974; Johannes, 1978, 1980) vedie v súčasnosti k tomu, že sa alkalický živec stáva minerálom, pomocou ktorého môžeme detailne skúmať termálnu históriu magmatických hornín.

Problematika tuhých roztokov K-živca

Vo vývoji alkalických živcov v magmatických horninách môžeme podľa Parsonsa a Browna (1984) rozlišovať tri štádiá:

1. magmatické — alkalický živec kryštalizuje z taveniny;

2. postmagmatické (subsolidové) — dochádza ku koherentnej exsolúcii tuhého roztoku alkalického živca a vzniká napätím kontrolovaný krypto-, resp. mikroperthit;

3. hydrotermálne (deuterické) — v dôsledku interakcie alkalický živec — fluidum vzniká nepravidelný hrubší mikroperthit.

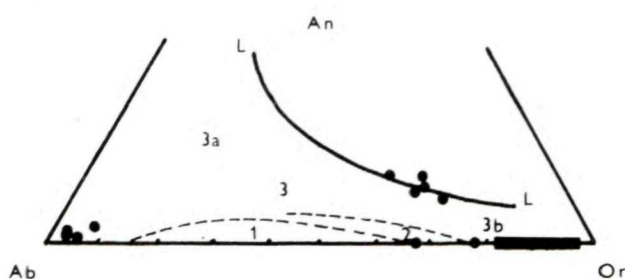
Vzájomná súhra kryštalizačnej teploty, rýchlosti chladnutia, deformácie, celkového zloženia a deuterických interakcií vedie k značnej variabilite štruktúr

rozpadu tuhých roztokov alkalických živcov, ktoré môžeme práve pomocou TEM detailne skúmať.

Rozpad tuhého roztoku alkalického živca, označovaný ako exsolúcia, môže nastať mechanizmom nukleácie (homogénnej, resp. heterogénnej) a rastu alebo mechanizmom spinodálneho rozpadu (spinodálnej dekompozície). Parsons a Brown (1984) na základe štúdia syenitového komplexu Klocken dospeli k záveru, že hlavným mechanizmom rozpadu tuhých roztokov alkalických živcov je spinodálna dekompozícia, pričom samotný rozpad označujú ako koherentnú exsolúciu.

Príčinou rozpadu tuhého roztoku alkalického živca je minimalizácia voľnej energie (G) systému v nových termodynamických podmienkach, pričom sa jednofázový systém rozpadá na dvojfázový, tvorený plagioklasom a K-živcom, ktoré zaberajú určitý objem, pričom charakter vzájomnej hranice medzi týmito dvoma fázami je ovplyvnený tak celkovým zložením systému, ako aj podmienkami jeho chladnutia (rýchlosť chladnutia, prítomnosť fluidnej fázy). Morfológia jednotlivých fáz, ktoré vznikli pri koherentnom, resp. pri prevažne koherentnom rozpade tuhých roztokov alkalického živca v pomalšie chladnúcich horninách, v závislosti od chemického zloženia a od štruktúrneho stavu (obr. 1, 2) je podľa Parsonsa a Browna (1984) takáto:

Vzájomná hranica medzi plagioklasovou (blízka albitu) a K-živcovou fázou (ortoklas s „tweedovou“ štruktúrou) je paralelná s (601); obidve fázy tvoria paralelné lamely, resp. plagioklasová fáza tvorí



Obr. 1. Prehľad doterajších TEM údajov z koherentných, resp. väčšinou koherentných prerastlíc v rozpadnutých tuhých roztokoch alkalických živcov z pomalšie chladnúcich hornín, ktorých chemické zloženie je známe (podľa Parsons a Browna, 1984). Krivka L — L označuje hranicu živcového tuhého roztoku, Ab — albit, An — anortit, Or — ortoklas, 1 — oblasť, v ktorej je rozpadnutý roztok alkalického živca tvorený maximálnym mikroklínom v diagonálnej pozícii voči ostrovčekom albitového zloženia, 2 — oblasť, v ktorej má hranica medzi intermediárnym mikroklínom a albitom vlnitý priebeh, 3 — oblasť, v ktorej tweedový ortoklas a albit tvoria paralelné lamely bez porúch, 3a, 3b — oblasti, v ktorých tweedový ortoklas a albit tvoria paralelné lamely, resp. šošovky s poruchami. Body ležiace na krivke L — L zobrazujú celkové chemické zloženie K-živcov z granodioritu HŠIK, body ležiace v oblasti vrcholu Ab zobrazujú EDAX-ové chemické analýzy plagioklasovej fázy v rozpadnutom tuhom roztoku alkalického živca z granodioritu HŠIK, body ležiace na spojnici Ab—Or v okolí vrcholu Or zobrazujú EDAX-ové chemické analýzy K-živcovej fázy v rozpadnutom tuhom roztoku alkalického živca z granodioritu HŠIK.

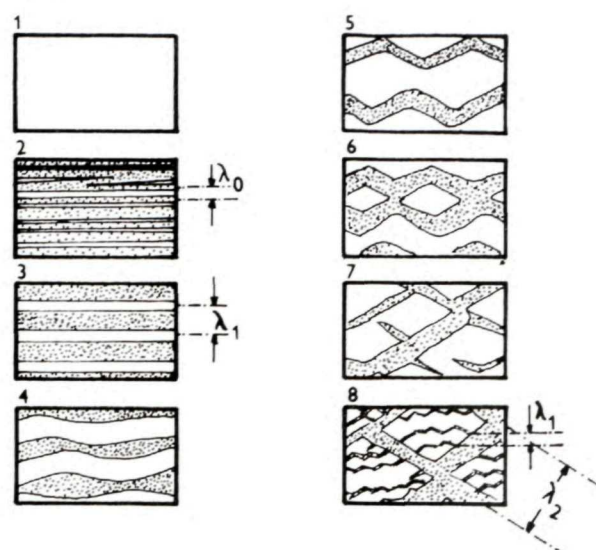
Fig. 1. Review of recent TEM data from coherent and dominantly coherent twins in decomposed solid solutions of alkali feldspar from slowly cooling rocks of known chemical composition (according to Parson, Brown, 1984). The L—L curve indicates boundary of the feldspar solid solution, Ab — albite, An — anorthite, Or — orthoclase, 1 — domain in which the decomposed solid solution consists of maximal microcline in diagonal position to inlets of albite composition, 2 — domain of undulous boundary between intermediate microcline and albite, 3 — domain in which tweed orthoclase and albite create parallel lamellae without defects, 3a, 3b — domain of parallel lamellae composed of tweed orthoclase and albite with defects. Points on the L — L curve show bulk chemical composition of K-feldspar from granodiorite of the Hodruša—Štiavica intrusive complex, points in the domain of the Ab apex are EDAX data on chemistry of plagioclase phase in decomposed solid solution of the alkali feldspar in the same granodiorite, points on the Ab—Or connection are EDAX data on the chemistry of K-feldspar phase of decomposed alkali feldspar solid solution from the same granodiorite.

šošovky v ortoklase (oblasť 3, 3a, 3b na obr. 1, stupeň 2, 3 na obr.2).

Hranica medzi plagioklasovou a K-živcovou fázou tvorenou intermediárnym mikroklínom má vlnitý priebeh (oblasť 2 na obr. 1; stupeň 4 na obr. 2).

Hranica medzi plagioklasovou a K-živcovou fázou (maximálny mikroklín) nadobúda diagonálny priebeh podľa $(\bar{6}61)$, pričom sa mikroklínové lamely môžu spájať, až vzniká ostrovčekovitá štruktúra (oblasť 1 na obr. 1, stupeň 5, 6 na obr. 2).

Ako vyplýva z predchádzajúceho, v štruktúrach rozpadu tuhých roztokov alkalických živcov sa periodicky striedajú plagioklasová a K-živcová fáza. Pri tom práve hodnota periódy λ je tým



Obr. 2. Jednotlivé stupne rozpadu tuhého roztoku alkalického živca zo syenitovej intrúzie Klokken (podľa Parsons a Browna, 1984, zjednodušené). Bez šrafúry — plagioklasová fáza, bodkované — K-živcová fáza, 1 — tuhý roztok alkalického živca je homogénny, 2 — spinodálny rozpad tuhého roztoku alkalického živca, vznik kryptoperthitu s iniciálnou periodicitou λ_0 podľa $(\bar{6}01)$, 3 — primárne zozrnenie kryptoperthitu za vzniku primárnej periodicity λ_1 , 4 — priebeh fázového rozhrania medzi plagioklasovou a K-živcovou fázou nadobúda vlnitý priebeh, 5 — rotácia fázového rozhrania do diagonálneho priebehu podľa $(\bar{6}61)$, 6 — spájanie lamiel K-živcovej fázy, plagioklasová fáza tvorí ostrovčeky, 7 — stenčovanie a hrubnutie šikmých lamiel, 8 — sekundárne zozrnenie a vznik mikropertthitu so sekundárnou periodicitou λ_2 .

Fig. 2. Stages of solid solution breakdown in alkali feldspar of Klokken syenite intrusion (simplified after Parson, Brown, 1984). Without hachure — plagioclase phase, dotted — K-feldspar phase, 1 — homogeneous solid solution of alkali feldspar, 2 — spinodal breakdown of the alkali feldspar solid solution, generation of cryptoperthite with λ_0 initial periodicity according to the $(\bar{6}01)$ plane, 3 — primary granulation of cryptoperthite with the generation of λ_1 primary periodicity, 4 — course of phase boundary between plagioclase and K-feldspar phases acquiring undulous shape, 5 — rotation of the phase boundary into diagonal position along $(\bar{6}61)$ plane, 6 — unification of K-feldspar lamellae, the plagioclase phase composing inlets, 7 — thinning and thickening of diagonal lamellae, 8 — deuteric granulation and micropertthite generation with λ_2 secondary periodicity.

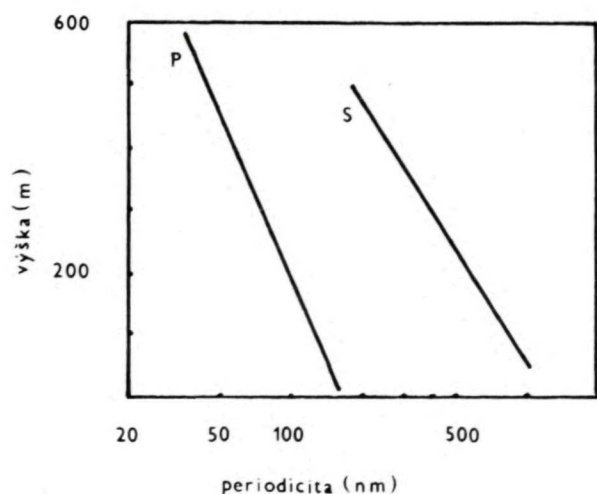
parametrom, ktorý meriame a ktorý nám kvantitatívne charakterizuje danú štruktúru rozpadu. V rámci λ však musíme rozlišovať: λ_0 — iniciálnu periodicitu, λ_1 — primárnu periodicitu a λ_2 — sekundárnu periodicitu (obr. 2).

Iniciálna periodicitu s veľkosťou periódy λ_0 je charakteristická pre ten stupeň rozpadu tuhého roztoku alkalického živca, ktorý nastáva spinodálnym rozpadom (stupeň 2 na obr. 2). V dôsledku primárneho zozrnenia štruktúry rozpadu nastáva aj zväčšenie periódy λ medzi plagioklasovou a K-živcovou fázou a štruktúra nadobúda primárnu periodicitu λ_1 (stupeň 3 na obr. 2).

Podľa Browna a Parsons (1984) je veľkosť primár-

nej periodicity λ_1 , ktorá je pomocou TEM merateľná, priamo úmerná veľkosti iniciálnej periodicity λ_0 , pričom λ_0 je podľa Hustona et al. (1966) in Brown et al. (1984) nepriamo úmerná 1/6 rýchlosti chladnutia. Okrem primárneho zozrnenia na úrovni kryptoperthitu nastáva v ďalšom vývoji štruktúry rozpadu tuhého roztoku alkalického živca sekundárne zozrnenie, ktoré spôsobí vznik mikropertthitu so sekundárnou periodicitou λ_2 (stupeň 8 na obr. 2). Tento mikropertthit je už pozorovateľný pod mikroskopom. Podľa Browna et al. (1983) aj táto sekundárna periodicitá vykazuje podobnú, ale menej dobre definovanú závislosť od rýchlosti chladnutia. Na obr. 3 vidíme, ako sa mení veľkosť λ_1 a λ_2 v oválnom pni syenitu Klokken vo vzdialenosti od jeho povrchu smerom do hĺbky (1. c.).

Okrem primárneho a sekundárneho zozrnenia sa



Obr. 3. Diagram zobrazujúci závislosť lamelárnej periodicity (P — primárnej λ_1 , S — sekundárnej λ_2) v mikro-, resp. kryptoperthitoch alkalických živcov od výšky Klokken intrúzie syenitu (podľa Browna et al., 1983, upravené). Výška 600 m označuje vrch a 0 m spodok skúmanej časti intrúzie Klokken na dostupné pozorovanie.

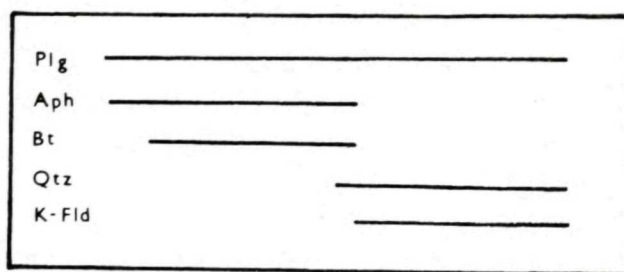
Fig. 3. Relation between lamellar periodicity in micropertthite and cryptopertthite of alkali felspar in respect of the depth of Klokken syenite intrusion (modified after Brown et al., 1983). P — primary λ_1 , S — secondary λ_2 . 600 m — top of the Klokken syenite intrusion, 0 m — bottom of the accessible part of the Klokken syenite intrusion.

u štruktúr rozpadu tuhých roztokov alkalických živcov stretávame aj s katastrofickým zozrnením („catastrophic coarsening“; Parsons, 1978), ktoré vzniká v hydrotermálnom (deuterickom) štádiu v dôsledku interakcie živca s hydrotermálnym fluidom. Pri tejto interakcii sa v podstate mení iba zrnitosť a pravidelnosť exsolučnej štruktúry, ktorá sa takto stáva hrubozrnnjšou a nepravidelnou. Toto zozrnenie (deuterická exsolúcia) je veľmi často sprevádzané zakalením, zreteľným pri mikroskopickom pozorovaní takto

rozpadnutých alkalických živcov (turbidity). Zakalené živce sú opticky nehomogénne s množstvom inklúzií, tvoria nepravidelný hrubší mikropertthit až pertthit. Toto štádium rozpadu tuhého živcového roztoku nie je vhodné pre TEM výskum termálnej histórie, pretože veličiny λ_1 a λ_2 už nemožno spoľahlivo sledovať, lebo sú čiastočne, resp. úplne porušené.

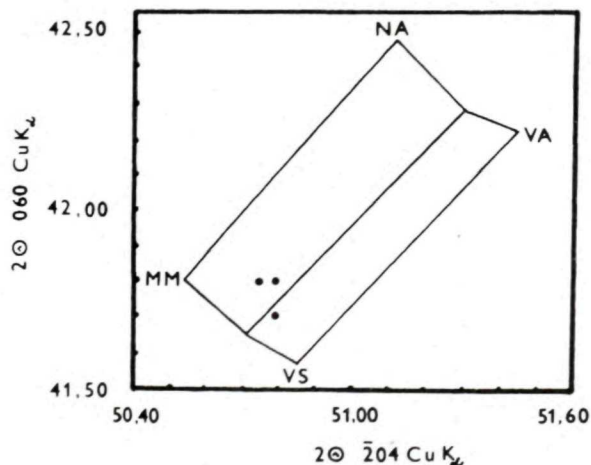
Charakteristika K-živcov z granodioritu HŠIK

Ak chceme študovať štruktúry rozpadu tuhých roztokov alkalických živcov z hľadiska ich využitia ako indikátora termálnej histórie intrúzie obsahujúcej tieto živce, nutne potrebujeme elektrónový mikroskop. Najväčším problémom však zostáva príprava preparátov vhodných pre TEM štúdium (p. napr. prácu Wenk et al., 1976). Môžeme ich získať metódou



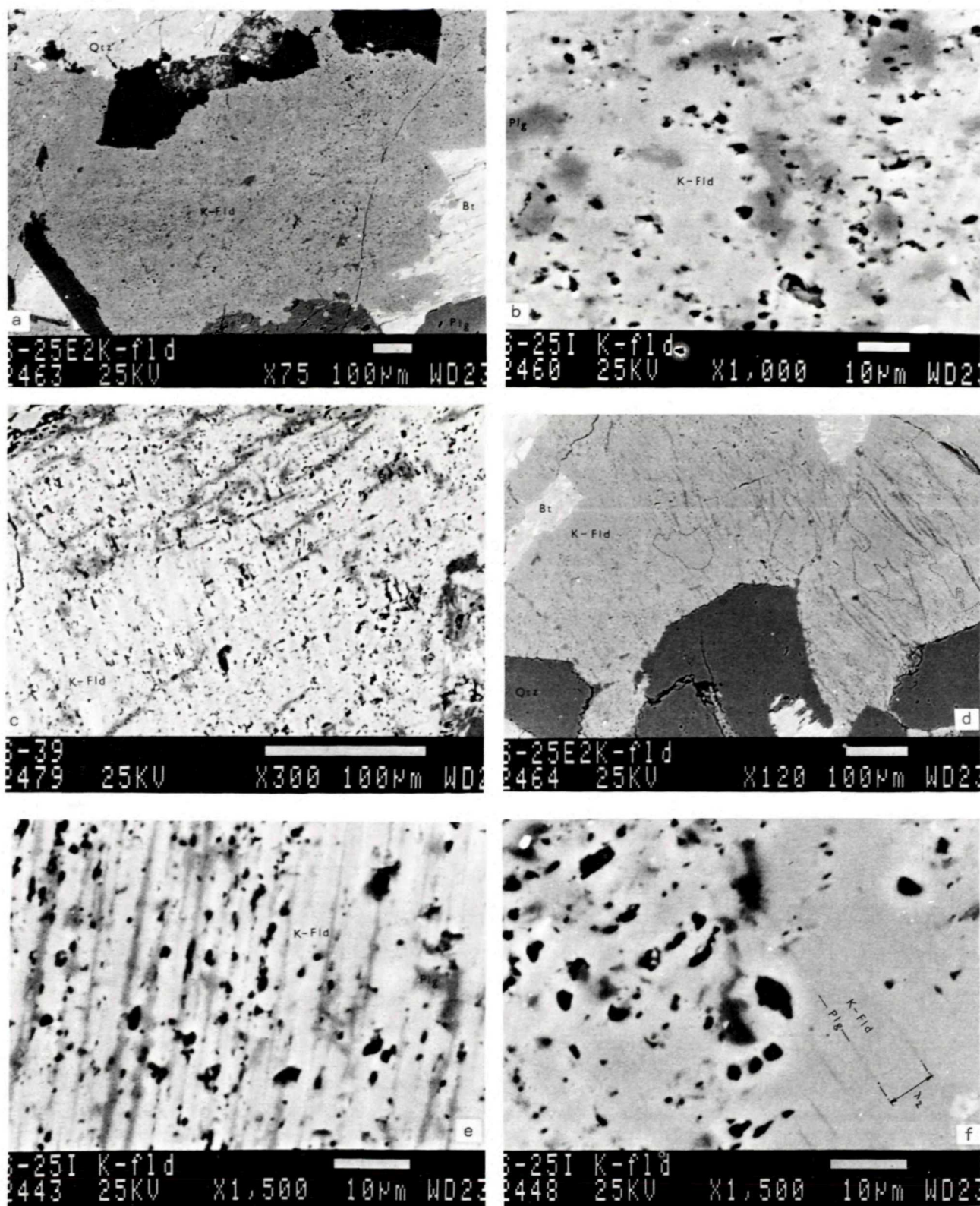
Obr. 4. Schematické znázornenie kryštalizačnej sukcesie Plg — plagioklasu, Aph — amfibolu, Bt — biotitu, Qtz — kremeňa a K-Fld — K-živca v granodiorite HŠIK.

Fig. 4. Scheme of crystallisation sequence of Plg — plagioclase, Aph — hornblend, Bt — biotite, Qtz — quartz, K-fld — K-felspar in granodiorite of the Hodruša-Štiavnica intrusive complex.



Obr. 5. Diagram 2θ ($\bar{2}04$ — 2θ (060) Podľa Wrighta (1968) s vyznačením projekčných bodov K-živcov z granodioritu HŠIK. VS — vysoký sanidín, MM — maximálny mikrolín, VA — vysoký albit, NA — nízky albit.

Fig. 5. Diagrammatic plot of 2θ ($\bar{2}04$) and 2θ (060) according to Wright (1968) indicating projection points of K-feldspar from granodiorite of the Hodruša-Štiavnica intrusive complex. VS — high sanidine, MM — maximal microcline, VA — high albite, NA — low albite.



Obr. 6. Mikrografy K-živcov z granodioritu HŠIK. a — mikrograf 2463, b — 2460, c — 2497, d — 2464, e — 2443, f — 2448, K-Fld — K-živec, Bt — biotit, Qtz — kremeň, Plg — plagioklas, λ_2 — sekundárna periodičita.

Fig. 6. Micrographs of K-feldspar from granodiorite of the Hodruša-Štiavica intrusive complex. a — micrograph 2463, b — 2460, c — 2497, d — 2464, e — 2443, f — 2448, K — Fd — K-feldspar, Bt — biotite, Qtz — quartz, Plg — plagioclase, λ_2 — secondary periodicity.

chemického leptania alebo stenčovaním pomocou bombardovania iónmi, resp. atómami v špeciálnych prístrojoch (napr. Mark 2, FAB 406 TS a pod.). Doterajšie naše snahy pripraviť vhodné preparáty pomocou chemického leptania neboli celkom úspešné. V súčasnosti sa o podobné snažíme práve za pomoci prístroja FAB 406 TS.

Na štúdium pomocou TEM je nevyhnutným predpokladom detailný optický výskum danej minerálnej fázy, a to z hľadiska správneho výberu vzoriek, ako aj z hľadiska ich následnej petrologickej interpretácie. Uvádzame základné údaje o K-živcoch z granodioritu HŠIK doplnené výsledkami chemických analýz a rgt difrakcie:

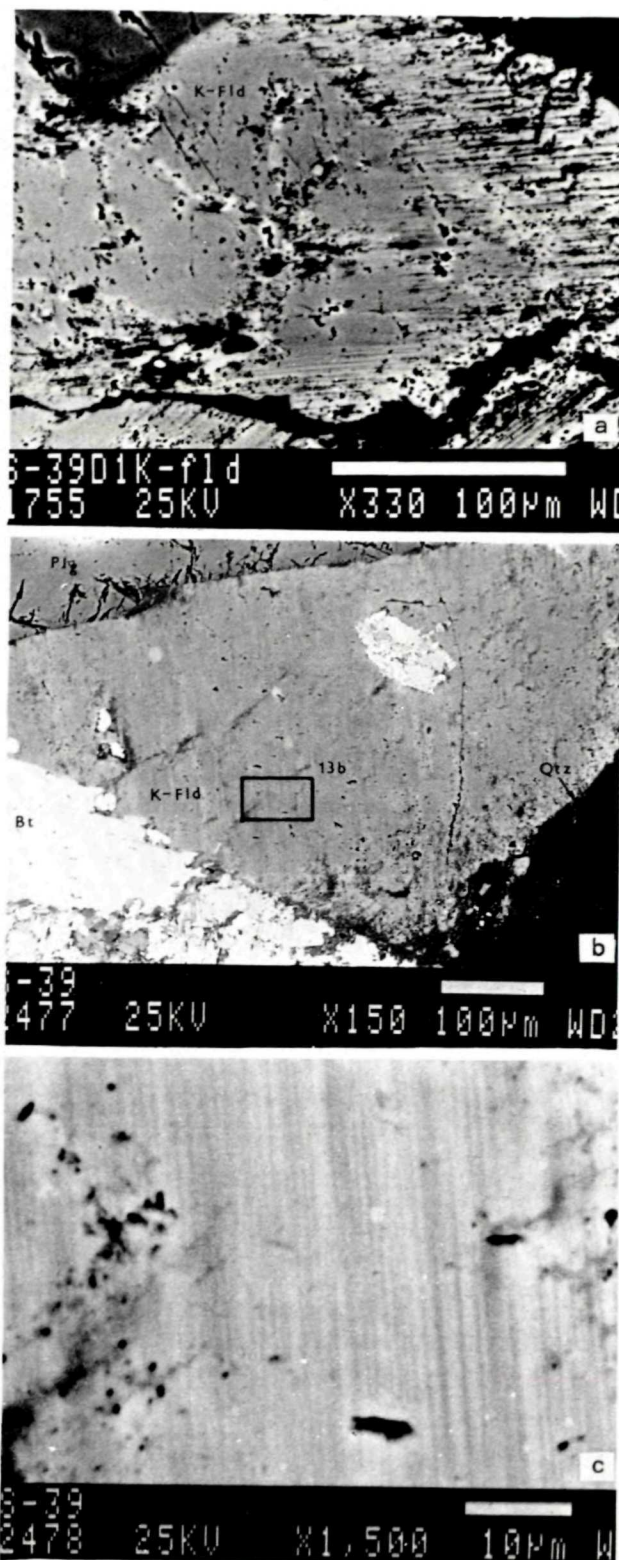
K-živce nachádzajúce sa v granodiorite HŠIK tvoria alotriomorfné zrná s veľkosťou od 0,2 do 5 mm, ktoré spolu s alotriomorfným kremeňom vyplňajú priestory medzi výrastlicami prv vykryštalizovaných minerálov (amfíbol, biotit, plagioklas), resp. vyplňajú zálivy vzniknuté resorpciou hlavne amfíbolu a biotitu. Väčšie zrná K-živca majú poikilitický charakter a uzatvárajú plagioklas, kremeň, amfíbol, biotit a akcesórie (Fe-Ti oxidy, apatit). Postavenie K-živcov v kryštalizačnej sukcesii granodioritu HŠIK je zrejmé z obr. 4, bližšie sa ním zaoberal Šulgan (1986). K-živce miestami vytvára mikrografické prerastlice s kremeňom. K charakteristickým znakom tejto minerálnej fázy v granodiorite HŠIK patrí zakalenie, ktoré pozoroval už Šalát (1954). Zakalený K-živce je neho-

TAB. 1

Silikátové chemické analýzy K-živcov z granodioritu HŠIK
Whole rock chemical composition of K-felspars of granodiorite in the Hodruša-Stiavnica intrusive complex

K-živce z granodioritu HŠIK					
	GRŠ-1	GRŠ-2	GRŠ-3	GRŠ-4	GRŠ-5
Koncentrácia oxidov (hmot. %)					
SiO ₂	63,05	65,24	64,56	65,10	66,80
TiO ₂	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04
Al ₂ O ₃	18,00	17,30	17,56	17,51	16,77
Fe ₂ O ₃	0,61	0,34	0,42	0,32	0,31
FeO	0,27	0,12	0,13	0,17	0,25
MnO	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
CaO	1,96	2,26	2,96	2,18	2,26
MgO	0,29	0,16	0,21	0,29	0,40
K ₂ O	10,36	9,37	8,42	8,85	8,64
Na ₂ O	2,36	2,75	3,25	2,30	2,30
P ₂ O ₅	0,14	0,13	0,06	0,16	0,15
H ₂ O	0,88	0,44	1,06	0,52	0,74
H ₂ O ⁺	1,90	1,74	1,40	2,42	1,20
Suma	99,90	99,92	100,09	99,94	99,84
Ab %	21,96	25,89	29,90	23,60	23,85
Or %	67,34	61,59	54,09	63,29	62,39
An %	10,70	12,51	16,00	13,10	13,75

GRŠ-1, 2, 3, 4, 5 — označenie vzoriek



Obr. 7. Mikrografy K-živcov z granodioritu HŠIK. a — mikrograf 1755, b — 2477, c — 2478, K-Fld — K-živce, Bt — biotit, Plg — plagioklas, Qtz — kremeň.

Fig. 7. Micrographs of K-felspar from granodiorite of the Hodruša-Stiavnica intrusive complex. a — micrograph 1755, b — 2477, c — 2478. K-Fld — K-felspar, Bt — biotite, Plg — plagioclase, Qtz — quartz.

TAB. 2

Bodové chemické analýzy na Or a Ab bohatej fázy mikropertitických výrastlíc K-živcov z granodioritu HŠIK (vzorka GRŠ-1) vyhotovené pomocou Edaxu
 Point chemical analyses of Or-rich and Ab-rich phase of microperthite in K-felspar phenocrysts of granodiorite of the Hodruša — Štiavnica intrusive complex (EDAX)

Koncentrácia oxidov (hmot. %)

SiO ₂	66,27	65,33	66,17	66,44	66,23	69,63	69,60	69,90	64,79	65,34	71,12	66,03
Al ₂ O ₃	17,10	17,12	17,06	17,28	17,18	19,70	19,06	19,26	17,90	17,94	19,66	18,37
K ₂ O	10,60	17,05	15,22	14,74	14,74	9,26	10,93	10,04	15,93	15,95	0,25	13,59
Na ₂ O	3,76	0,51	1,46	1,54	1,65	1,22	0,22	0,62	0,50	0,56	8,17	1,67
CaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,51	0,31
Ab%	33,69	4,12	12,04	12,99	13,91	15,95	2,74	8,12	4,39	4,84	94,55	14,74
Or%	66,31	95,87	87,95	87,07	87,07	84,05	97,26	91,88	95,60	95,16	2,04	83,66
An%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,41	1,59

SiO ₂	66,60	65,19	66,32	71,36	71,12	65,68	66,38	65,58	65,25	63,51	70,45
Al ₂ O ₃	18,08	18,42	18,34	19,79	19,55	18,11	17,96	17,72	18,28	18,22	20,37
K ₂ O	13,65	15,80	13,95	0,32	0,62	15,53	14,43	15,96	15,58	11,59	1,07
Na ₂ O	1,53	0,43	1,36	8,14	8,42	0,68	1,23	0,74	0,71	2,37	7,43
CaO	—	—	—	0,35	0,29	—	—	—	—	—	0,45
Ab%	13,88	3,76	12,14	95,05	93,33	5,85	10,84	6,23	6,16	22,66	88,10
Or%	86,12	96,24	87,35	2,55	4,75	94,19	86,15	93,76	93,83	77,33	8,78
An%	—	—	—	2,39	1,92	—	—	—	—	—	3,11

mogénny, obsahuje drobné inklúzie, škvryny a lamely plagioklasového zloženia. Pritom toto zakalenie postihuje buď celé zrná alebo iba ich niektoré časti. Tie časti zrn K-živca, ktoré nie sú zakalené, sú opticky homogénne a hodnota ich uhla 2V (meraná 3-osovým fjdorovým stolíkom) je oveľa nižšia (až 35 °) než hodnota uhla nehomogénnych — zakalených častí (až 74 °). Celkové chemické zloženie K-živcovej fázy z granodioritu HŠIK je v tab. 1, obr. 1; Analýzy plagioklasovej a K-živcovej fázy v rozpadnutom tuhom roztoku živca (EDAX) sú v tab. 2, obr. 1.

Celkové chemické analýzy K-živcov, projekčné body ktorých ležia okolo hranice existencie tuhého živcového roztoku (obr. 1), vykazujú vyšší obsah vápnika v porovnaní s analýzami samostatných fáz (plagioklasovej a K-živcovej) zhotovenými na Edaxe. Príčinou sú pravdepodobne vrastlice, ktoré K-živce poikiliticky uzatvára.

Stupeň štruktúrnej usporiadanosti K-živcov bol určený pomocou práškovej rtg difrakcie, aplikáciou trojvrcholovej metódy Wrighta (1968), v ktorej zmeraním hodnôt 2 θ pre roviny (060), (204), (201) a ich vynesením do príslušného grafu určíme štruktúrny stav K-živca (obr. 5). Projekčné body K-živcov z granodioritu HŠIK spadajú do oblasti ortoklasu.

Na základe doteraz zistených faktov (optický výskum mikroskopom a scannom, štúdium chemického zloženia z celého objemu výrastlíc K-živcov aj z jednotlivých fáz rozpadnutého tuhého roztoku po-

mocou Edaxu, štúdium štruktúrneho stavu práškovou rtg difrakciou) a poznatkov z výskumov danej problematiky v zahraničí môžeme vytvoriť nasledujúcu schému vývoja tuhého roztoku K-živca v granodiorite HŠIK: 1. vznik homogénneho K-živca, 2. spinodálny rozpad homogénneho K-živca na kryptoperthit s iniciálnou periodicitou λ_0 , 3. primárne zoznenie kryptoperthitu (vznik primárnej periodicity λ_1), 4. sekundárne zoznenie (vznik mikropertthitu so sekundárnou periodicitou λ_2), 5. katastrofické zoznenie (vznik hrubšieho mikropertthitu).

Optickým výskumom (mikroskopom, scannom) môžeme v tuhom roztoku rozlišovať rozpadom vzniknuté fázy až od bodu 4 (4, 5). Periódy λ_0 resp. λ_1 nie sme schopní pozorovať a živec sa nám v tomto prípade bude javiť ako homogénny, nerozpadnutý. Katastrofické zoznenie spôsobené deuterickou exsolúciou, prejavujúce sa zakalením živca, môže postihnúť:

— celý objem zrna K-živca (obr. 6a), čím sa rozrušia predchádzajúce štruktúrne znaky λ_1 , λ_2 ; takýto živec je nehomogénny s chaotickým rozmiestnením odmiešanej plagioklasovej fázy škvritného tvaru (obr. 6b), resp. vznikajú tenké vlákna, zložením blízke albitu (obr. 6c);

— iba určitú časť z objemu zrna K-živca; v takomto zrne teda zostanú relikty so zachovanou predchádzajúcou štruktúrou (obr. 6d), pričom v týchto reliktoch: 1. dochádza k lokálnemu zhrubnutiu paralel-

ných lamiel plagioklasového zloženia (obr. 6e), 2. nedochádza k tomuto zhrubnutiu a lamely plagioklasového zloženia zreteľne vyjadrujú sekundárnu periodicitu λ_2 (obr. 6f);

— iba okrajové časti zŕn K-živca, pričom nastáva (obr. 7a), resp. nenastáva (obr. 7b, c) zhrubnutie plagioklasových lamiel so sekundárnou periodicitou.

Nami získané poznatky o chemickom zložení, stupni štruktúrneho usporiadania a o charaktere štruktúr rozpadu tuhého roztoku K-živca sú v súlade s poznatkami uvedenými v diagrame na obr. 1.

Záver

Už pri optickom výskume K-živcov z granodioritu HŠIK vyvstávajú problémy, ktoré by sa za pomoci TEM mali v blízkej budúcnosti riešiť. Treba objasniť:

1. charakter kryptoperthitov a vzťah medzi λ_1 a λ_2 ;
2. vzťah medzi sekundárnym a katastrofickým zozrnením;

3. či koherentná exsolúcia tuhého roztoku K-živca nastala spinodálnym rozpadom alebo nukleáciou, a to vzhľadom na poznatok, že o mechanizme spinodálneho rozpadu môžeme uvažovať pri K-živcoch s obsahom Or_{20-60} , kým K-živce s Or_{70} sa rozpadávajú mechanizmom nukleácie (Willaime et al., 1976); chemické zloženie K-živcov z granodioritu HŠIK je práve na tomto rozhraní — Or_{61-73} ;

4. závislosť λ_1 , λ_2 od rýchlosti chladnutia a vypočítať túto rýchlosť pre intrúziu granodioritu HŠIK; v telese granodioritu HŠIK možno pozorovať, že smerom od jeho povrchu do hĺbky vzrastá hodnota sekundárnej periodicity λ_2 (obr. 7c, 6f), čo je v súlade s poznatkami z pŕovitej intrúzie syenitu Klokken (Brown, Parsons, 1983).

Uvedená práca vznikla v rámci úlohy II-4-4/07 ŠPZV. Chemické analýzy K-živcov vykonal Walzel z GÚ CGV SAV Bratislava, analýzy jednotlivých fáz v rozpadnutom tuhom roztoku K-živca na Edaxe CLEM Bratislava, rtg difrakciu Vilinovičová a Toman z GÚ CGV SAV Bratislava. Mikrografy K-živcov zhotovil Caňo z GÚDŠ Bratislava na prístroji Jeol JSM-840.

Literatúra

- Brown, W. L., Becker, S. M., Parsons, I. 1983: Cryptoperthite and cooling rate in a leucocratic syenite pluton: a chemical and TEM study. *Contr. Mineral. Petrology*, 82, 13—25.
- Brown, W. L., Parsons, I. 1983: Nucleation on perthite-perthite boundaries and exsolution mechanisms in alkali feldspars. *Phys. Chem. Miner.*, 10, 55—61.
- Brown, W. L., Parsons, I. 1984: Exsolution and coarsening mechanisms and kinetics in an ordered cryptoperthite series. *Contr. Mineral. Petrology*, 86, 3—18.
- Chrisfottersen, R., Schedl, A. 1980: Microstructure and thermal history of cryptoperthites in a dyke from Big Bend, Texas. *Amer. Mineralogist*, 65, 444—448.
- Goldsmith, J. R., Newton, R. C. 1974: An experimental determination of the alkali feldspar solvus. In: *The feldspars*. Ed. W. S. MacKenzie, J. Zussman. Manchester University Press, 337—359.
- Johannes, W. 1978: Melting of plagioklas in the system Ab-An-H₂O and Qz-Ab-An-H₂O at $\text{P}_{\text{H}_2\text{O}} = 5$ kbars, an equilibrium problem. *Contr. Mineral. Petrology*, 66, 259—303.
- Johannes, W. 1980: Metastable melting in the granite system Qz-Or-Ab-An-H₂O. *Contr. Mineral. Petrology*, 72, 73—70.
- Konečný, V., Lexa, J., Planderová, E. 1983: Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Západ. Karpaty, Sér. Geol.*, 9, 203.
- Parsons, I. 1978: Feldspars and fluids in cooling plutons. *Mineral. Mag.*, 42, 1—17.
- Parsons, I., Brown, W. L. 1984: Feldspars and the thermal history of the igneous rocks. In: *Feldspars and feldspathoids*. Ed. W. L. Brown. D. Reidel Publishing Company, 317—371.
- Smith, P., Parsons, I. 1974: The alkali-feldspar solvus at 1 kilobar water-vapour pressure. *Mineral. Mag.*, 39, 747—767.
- Salát, J. 1954: Petrografia a petrochémia eruptívnych hornín v oblasti Hodruša—Vyhne. *Geol. Práce, Zoš.*, 39, 55—99.
- Šulgan, M. 1986: Petrológia granodioritu hodruško-štiavnického intrúziivného komplexu z hľadiska možnej rudonosnosti. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript — Banská Bystrica, 194 s.*
- Wenk, H. R. et al. 1976: Electron microscopy in mineralogy. Berlin, Springer — Verlag, 539 s.
- Willaime, C., Brown, W. L., Gandais, M. 1976: Physical aspects of exsolution in natural alkali feldspars. In: *Electron microscopy in mineralogy*. Eds. H. R. Wenk et al. Berlin, Springer — Verlag, 248—257.
- Wright, T. L. 1968: X-ray and optical study of alkali feldspars: II. An X-ray method for determining the composition and structural state from measurement of 2θ value for three reflections. *Amer. Mineralogist*, 53, 88—104.
- Yund, R. A., Chapple, W. M. 1980: Thermal histories of two lava flows estimated from cryptoperthite lamellar spacings. *Amer. Mineralogist*, 65, 438—443.
- Yund, R. A., Tullis, J. 1983: Strained cell parameters for coherent lamellae in alkali feldspars and iron-free pyroxenes. *Neu. Jb. Mineral., Mh.*, 22, 1—34.