

ŠTÚDIUM MORFOLÓGIE MINERÁLNYCH VLÁKIEN ZO ZÁVODU NOVÁ BAŇA

EVA KAROLUSOVÁ, DUŠAN JANČULA

Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

**Chemicko-technologická fakulta SVŠT, Jánska 1, 880 37 Bratislava*

Došlo 4. 8. 1981

Elektronovým rastrovacím mikroskopom a rtg. mikroanalýzatorom boli v mnohonásobných zväčšeniach odhalené doteraz neznáme morfológické vlastnosti minerálnych vlákien, ktoré sa vyrábajú z roztaveného alkalického čadiča s vysokopecnou troskou, alebo andezitu s vysokopecnou troskou. Vlákna nemajú konštantnú hrúbku a sú väčšinou duté. Vlákna z roztaveného andezitu s prísadou vysokopecnej trosky majú hrbolčeky — výdutiny, ktoré sú distribučnou analýzou na Fe indikované maximálnou koncentráciou, čo pravdepodobne odvedá pôvodnému neroztavenému magnetitu.

ÚVOD

Závod Nová Baňa, okres Žiar nad Hronom, je u nás dnes najväčším producentom tepelno-izolačných materiálov, vyrábaných na báze tavených vulkanických hornín. Pre ich výrobu je základnou surovinou alkalický čadič (bazanit až bazanitoid) z lokality Brehy s prísadou vysokopecnej trosky. Alkalický čadič sa s vysokopecnou troskou taví v kuplovej peci približne v pomere 1 : 1. Ako náhradu za alkalický čadič má závod vypracovanú technológiu aj na tavenie andezitu s prísadou vysokopecnej trosky v pomere 30—35 % ku 70—65 %.

Minerálne vlákna, ktoré sú jedným zo základných sortimentov tepelno-izolačných výrobkov, elektrónovým rastrovacím mikroskopom v sérii mnohonásobných zväčšení poskytli doteraz neznáme informácie o celej palete svojich morfológických vlastností. Vo výrobnnej praxi boli o minerálnych vláknach známe len základné tepelno-izolačné parametre, dĺžka a hrúbka vyplývajúca z výrobnnej technológie a pod. Pomocou zmieneneho mikroskopu sa ukázalo nielen že nemajú konštantnú hrúbku a nie sú vždy rovné, ale tiež poohýbané a poskrúcané. Najdôležitejším poznatkom je, že sú väčšinou duté. Dutá forma ich predurčuje mať vhodné tepelno-izolačné vlastnosti pre praktické využitie. Rtg. mikroanalýzou sa odhalila podstata výčnelkových uzlíkov na vláknach vytavených z andezitu s prísadou vysokopecnej trosky. Pretože zo sledovaných prvkov Fe a Ti sa v nich potvrdili len koncentrácie Fe, je reálny predpoklad, že odpovedajú zachovaným neroztaveným magnetitom pôvodne prítomným v andezitovej základnej surovine.

Technológiou tavenia a výroby minerálnych vlákien sa zaoberá J. Uhrecký [6].

VLÁKNA Z TAVENINY ALKALICKÝ ČADIČ S PRÍSAĐOU VYSOKOPECNEJ TROSKY

Alkalické čadiče z lokality Brehy petrografiicky študoval F. Fiala [1], neskôr M. Šimová [5]. Petrurgickými vlastnosťami sa zaoberali L. Kopecký—J. Voldán [4].

Podľa uvedených autorov čadič má porfyrickú štruktúru. Porfyrické výrastlice zastupujú olivíny a augity. Štruktúra základnej hmoty je jedmnozrnná, holokryštalická, zložená z líst plagioklasov bázcicity An₅₀₋₅₅, z drobných stĺpčiekov

monoklinických pyroxenov, z drobných kryštáľkov magnetitu a ilmenitu, v podradnom množstve sa vyskytuje tiež biotit a akcesoricky tiež apatit. Hornina obsahuje tiež sporadicky individualizované nefelíny, väčšinou však len v základnej hmote nefelinitoidnú hmotu. Z porfyrických výrastlíc 3 až 10 % tvorí magmaticky korodovaný horečnatý olivín, v menšom množstve sú zastúpené monoklinické pyroxény, najmä čadičové augity. Chemické zloženie čadiča uvádza tab. I.

Tabulka I

	1	2
SiO ₂	44,22 %	46,13 %
TiO ₂	2,62	3,60
Al ₂ O ₃	12,02	11,34
Fe ₂ O ₃	4,05	4,36
FeO	7,54	7,30
MnO	0,23	0,20
MgO	10,74	10,43
CaO	10,23	10,00
Na ₂ O	3,43	3,55
K ₂ O	1,69	2,10
P ₂ O ₅	0,72	0,92
Cr ₂ O ₃	0,05	—
H ₂ O	0,09	—
H ₂ O	2,34	—
Spolu	100,03 %	99,93 %

Chemické zloženie alkalického čadiča
z kameňolomu Brehy:

1 — prevzané z publikácie F. Fiala [1];

2 — prevzané z publikácie
L. Kopecký—J. Voldán [4].

Podľa mineralogicko-petrografického zloženia alkalický čadič odpovedá nefelinickému bazanitu až bazanitoidu.

Stereoelektrónogramy vlákien z taveniny alkalický čadič s prísadou vysokopecnej trosky ukazujú, že ich hrúbka je rozmanitá. Zväčšením 600× (obr. 1) a 400× (obr. 2) sa dokumentuje, že sú rovné. Niekedy sa v nich vyskytujú zlepené a nerovnako hrubé, tiež poskrúcané jedince (obr. 3). Pohľadom na konce vlákien sa zisťuje, že sú vlasne duté, čo ešte viac zdôrazňuje ich vynikajúce tepelno-izolačné vlastnosti (obr. 4). Na povrchu pohľadom pri veľkom zväčšení sú pomerne hladké, s krátkymi a nesúvislými kontrakčnými trhlinkami (obr. 5, zväčšenie 12 000×).

VLÁKNA Z TAVENINY ANDEZIT S PRÍSADOU VYSOKOPECNEJ TROSKY

Andezit, ktorý sa používa v závode Nová Baňa pre petrurgické účely, ťaží sa v kameňolome na ľavom brehu Hrona pri Tlmačoch, kataster Rybník nad Hronom, na JZ okraji Štiavnických vrchov. Autorom mineralogicko-petrografickej charakteristiky andezitu je E. Karolusová (in K. Karolus et al [2]).

Hornina je sivá až sivočierna, s výraznou porfyrickou štruktúrou a hyalopilitickou základnou hmotou. Porfyrické výrastlice reprezentujú hypidiomorfné plagioklasy s bázeicitou An_{42-40} , hojné pyroxény — sú to hyperstény, ale hlavne augity, ktoré často vytvárajú glomeroporfyrické zhluky. Pre andezit je typický obsah opacitizovaného amfibolu. Základná hmota sa skladá z fluidálne usporiadaných mikrolitov plagioklasov, hypersténov, augitov a magnetitov.

Podľa mineralogicko-petrografického zloženia hornina odpovedá amfibolicko-pyroxenickému andezitu.

Chemické zloženie andezitu, ktoré preberáme z práce K. Karolus et al. [2], je nasledovné: SiO_2 : 57,90; TiO_2 : 0,90; Al_2O_3 : 15,32; Fe_2O_3 : 2,85; FeO : 3,12; MnO : 0,18; MgO : 4,14; CaO : 7,05; Na_2O : 5,22; K_2O : 1,01; P_2O_5 : 0,22; H_2O : 0,64; H_2O^- : 1,10. Suma: 99,65 %.

Vlákná z taveniny andezit s prísadou vysokopečnej trosky sa už na prvý pohľad líšia od vlákien z taveniny alkalický čadič s prísadou vysokopečnej trosky. Obsahujú makroskopicky viditeľné drobné čierne granuláty. Jeden z nich má pri zväčšení $300\times$ (obr. 6) kvapľový tvar. Okolné vlákna sú nerovnako hrubé. Na niektorých nalomených jedincoch sa pozorujú trubičkové — duté tvary. Zväčšením $1200\times$ (obr. 7) na vláknach vidno drobné hrbolčeky — výdutiny. Distribučná analýza na Fe, vykonaná rtg. mikroanalyzátorom na vláknach, pri zväčšení $300\times$ (obr. 8) zaznamenáva na mieste výdutiny silnú koncentráciu. Táto ostro kontrastuje so zvyškom vlákna. Distribučná analýza na Mg indikuje zas maximálnu koncentráciu samotné vlákna (obr. 9) a miesto výdutiny naopak úplným deficitom.

Z uvedených výsledkov usudzujeme, že výdutiny na vláknach spôsobuje oxid Fe, pravdepodobne magnetit, ktorý sa pri vztavení andezitu mohol udržať takmer v pôvodnej veľkosti (napr. 0,03 mm).

Povrch vlákna pri zväčšení $12000\times$ (obr. 10) je rozbrázdnený nepravidelnými a takmer nesúvislými kontrakčnými trhlinkami. Tvar vlákna je zaoblený, válcovitý.

ZÁVER

Pri porovnaní oboch druhov vlákien z tavenín alkalický čadič s prísadou vysokopečnej trosky a andezit s prísadou vysokopečnej trosky možno konštatovať, že vlákna z prvej taveniny sú homogénnejšie, duté a bez granulátov. Vlákna z druhej taveniny obsahujú kvapľovité granuláty, niektoré jedince tiež drobné hrbolčeky — výdutiny, v jadre ktorých je koncentrované Fe, odpovedajúce pravdepodobne neroztaveným magnetitovým zrníčkam z pôvodnej horniny. Povrch vlákien z tejto taveniny pri $12000\times$ zväčšení je výraznejšie rozbrázdnený kontrakčnými trhlinkami.

Literatúra.

- [1] Fiala F.: *Sbor Nár. musea v Praze VIII B*, str. 3 Praha 1955.
- [2] Karolus K., Karolusová E., Škvarka L., Brlay A.: Manuskript čiastkovej záverečnej správy o neovulkanitoch na liste 1 : 50 000 Levice, str. 108. Geofond, Bratislava 1977.
- [3] Karolusová E.: *IV. Konferencie o tavených horninách*, str. 85 ČVTS, Mariánské lázně 1981.
- [4] Kopecký L., Voldán J.: *Geotechnica* 25, 214 str. Československá akademie věd, Praha 1959.
- [5] Šimová M.: *Acta geol. geogr. Univ. Comen.* 9, str. 9 (1965).
- [6] Uhrecký J.: *IV. Konferencie o tavených horninách*, str. 68, ČVTS, Mariánské lázně 1981.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН ИЗ ЗАВОДА НОВА БАНЯ

Эва Каролусова, Душан Янчула*

Геологический институт им. Диониза Штура, Братислава;

**Химико-технологический факультет СТИ, Братислава*

В работе приводится исследование волокон теплоизоляционных материалов, сырьевой базой для которых служит щелочной базальт с примесью доменного шлака, плавленного в отношении 1 : 1 в купельной печи. На заводе была разработана технология даже плавления андезита с примесью доменного шлака в отношении 30—35 % : 70—65 %. Волокна исследовали посредством электронного сканирующего микроскопа и рентгеновского микроанализатора.

Сопоставляя стереоэлектроннограммы обоих видов волокон из расплавов щелочной базальт с доменным шлаком и андезит с доменным шлаком, можно выводить, что волокна и первого расплава по крупности неодинаковы (рис. 4) и являются полыми, более однородными и без гранулятов. Волокна из второго расплава содержат каплевидные грануляты и неровности — выпуклости характерных форм (рис. 7). Согласно результатам анализа нераспределения на присутствие элементов Fe, Mg и Ti можно выводить, что речь идет о нерасплавленном магнетите по происхождению из первоначального андезита. При увеличении 12 000 раз поверхность волокон из расплава щелочной базальт с доменным шлаком оказывается менее изборозжденной усадочными трещинами, чем поверхность волокон из расплава андезит с доменным шлаком.

- Рис. 1. СЭМ равных, разной крупности и полых волокон из расплава щелочной базальт с доменным шлаком.*
- Рис. 2. СЭМ волокон разной крупности из расплава щелочной базальт с доменным шлаком.*
- Рис. 3. СЭМ волокон разной крупности, слипшихся и деформированных, из расплава щелочной базальт с доменным шлаком.*
- Рис. 4. СЭМ трубковидного конца волокон из расплава щелочной базальт с доменным шлаком.*
- Рис. 5. СЭМ поверхности волокон с короткими и несплошными усадочными трещинами. Расплав щелочной базальт с доменным шлаком.*
- Рис. 6. СЭМ трубковидных волокон неодинаковой крупности с гранулятами каплевидных форм. Расплав андезит с доменным шлаком.*
- Рис. 7. СЭМ мелких неровностей — выпуклостей на волокнах из расплава андезит с доменным шлаком.*
- Рис. 8. Распределение Fe K α 1 на волокнах из расплава андезит с доменным шлаком. Светлые точки показывают присутствие Fe в волокнах. Максимум концентрации Fe показывает неровность — выпуклость с магнетитным ядром.*
- Рис. 9. Распределение Mg K α в волокнах из расплава андезит с доменным шлаком. Светлые точки показывают Mg концентрацию в отдельных волокнах. Темное место отвечает неровности с магнетитом на волокне.*
- Рис. 10. СЭМ из поверхности волокна, изборозжденной неправильными и почти несплошными усадочными трещинами. Расплав андезит с доменным шлаком.*

A STUDY OF THE MORPHOLOGY OF MINERAL FIBRES FROM THE NOVÁ BAŇA WORKS

Eva Karolusová, Dušan Jančula

The Dionýz Štúr Geological Institute, Bratislava

**Faculty of Chemical Technology, Slovak Technical University, Bratislava*

The study was aimed at investigating the thermally insulating fibres made from alkaline basalt and blast-furnace slag which are melted in a 1 : 1 ratio in a cupola furnace. A technology has also been worked out for melting andesite with blast-furnace slag at a ratio of 30—35 % to 70—65 %. The fibres were studied under an electron scanning microscope and by means of an X-ray micro-analyzer.

A comparison of the stereo electron micrograms of the alkaline basalt-slag and andesite-slag fibres showed that the former are of variable thickness and hollow (Fig. 4), more homogeneous and free from granulated particles. The latter fibres contain drop-shaped particles and bulges (protuberances) of characteristic shapes (Fig. 7). According to the results of distribution analysis of the elements Fe, Mg and Ti the bulges contain unfused magnetite originating from the initial andesite. At magnification 12,000 \times , the surface of the basalt-slag fibres shows fewer contraction cracks than that of the andesite-slag fibres.

Fig. 1. SEM of straight, variable-diameter and hollow fibres from the alkaline basalt-blast-furnace slag melt.

Fig. 2. SEM variable-diameter fibres from the alkaline basalt-slag melt.

Fig. 3. SEM of coarsened, straight, mutually fused and deformed fibres from the basalt-slag melt.

Fig. 4. SEM of tubular fibre ends from the alkaline basalt-slag melt.

Fig. 5. SEM of fibre surface with short and discontinuous shrinkage cracks. Basalt-slag melt.

Fig. 6. SEM of variable-diameter, tubular fibres with drop-shaped granulated particles. Andesite-slag melt.

Fig. 7. SEM of the fine bulges on the fibres from the andesite-slag melt.

Fig. 8. FeK α distribution in fibres from the andesite-slag melt. The light-coloured points indicate the Fe content in fibres. The maximum Fe content is exhibited by the bulge with its magnetite core.

Fig. 9. MgK α distribution in fibres from the andesite-slag melt. The light-coloured points indicate Mg concentration in the fibres. The magnetite-containing bulge is indicated by the dark dot.

Fig. 10. SEM of fibre surface with irregular and almost discontinuous shrinkage cracks. The andesite-slag melt.

A. I. BĚREŽNOJ: SITALLY I FOTOSITALLY (Skelně krystalické materiály). II. přepracované a doplněné vydání, Mašinostrojenije, Moskva 1981.

V letech 1964 až 1970 byly vydány 3 nejznámější monografie věnované skelně krystalickým hmotám (P. W. Mc Millan 1964, A. I. Běrežnoj 1966 a N. M. Pavluškin 1971). V letech 1979 až 1981 u všech těchto významných monografií vyšla nová přepracovaná vydání. Je to způsobeno tím, že za uplynulých 15 let byl učiněn velký pokrok ve výzkumu těchto nových materiálů, jednak pokud jde o vhodné soustavy, jednak o prohloubení znalostí o struktuře, krystalizaci a vlastnostech těchto hmot, jakož i o nových možnostech jejich použití.

Monografie A. I. Běrežného je doplněna a zcela přepracovaná, což plyne už z těchto údajů:

Zatímco I. vydání obsahovalo 348 str., 80 tab., 119 obr. a 756 liter. citací
má toto II. vydání 464 str., 80 tab., 70 obr. a 361 liter. citací.

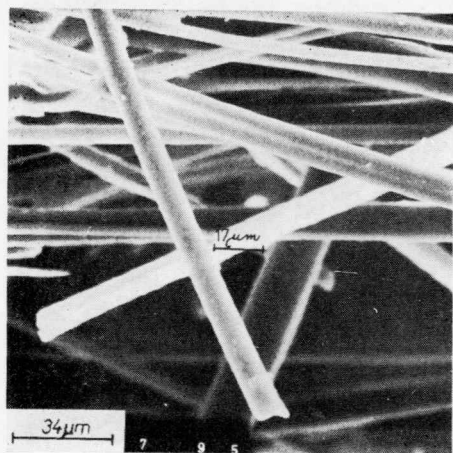
Tedy text II. vydání je podstatně rozšířen, kdežto velmi podstatně se omezil počet tabulek, obrázků i literárních citací. Zřejmě byly vynechány nepodstatné údaje.

Úplné přepracování knihy je také patrné z celkového členění. V prvním vydání byly statim o fotosenzitivních sklech a fotositallech věnovány zvláštní kapitoly, nyní jsou tyto statim sloučeny s problematikou sitallů.

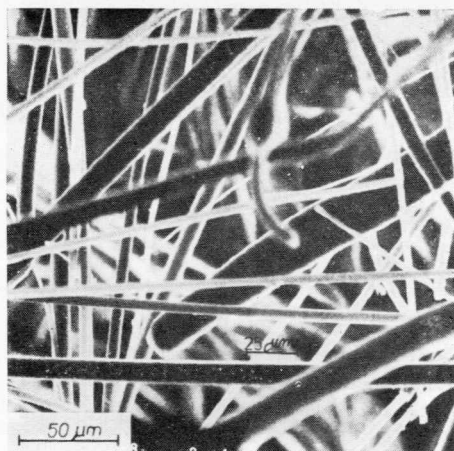
Místo 6 hlavních kapitol s velkým množstvím podkapitol v I. vydání obsahuje II. vydání jen 5 hlavních kapitol. Zato však byl podstatně rozšířen úvod, v němž mimo jiné jsou stručně shrnuty definice a základní poznatky o struktuře, odmísení a krystalizaci a především o vlastnostech: mechanických (včetně mikrotvrdosti, obrusnosti a pružnosti), elektrických, optických a chemické odolnosti.

V prvé kapitole je podán podrobný rozbor homogenní a heterogenní nukleace. Přehledně je popsána nukleace, vyvolaná odmísením fází, se zřetelem k spinodálnímu rozpadu. Dále se věnuje autor zákonitostem růstu krystalů (růst normální objemový, růst šroubovitou dislokací, povrchový). Závěrem je diskutována kritická velikost stabilních krystalizačních center a jejich počet.

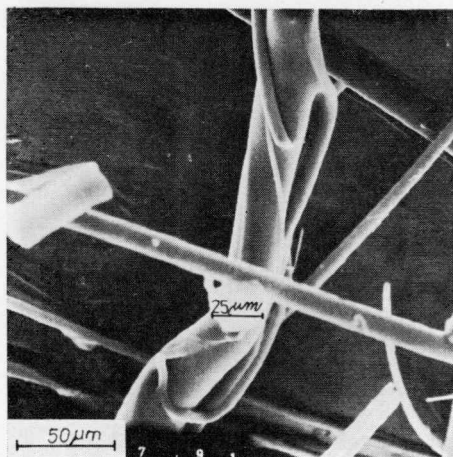
Další kapitola je věnována katalyzátorům krystalizace skel — nukleačním činidlům a mechanismu jejich působení (což je opět rozdílné proti I. vydání, kde byly probrány údaje o nukleačních činidlech, především při studiu jednotlivých soustav). Postupně jsou probrány kovy, oxidová činidla a další méně běžná nukleační činidla, jako sulfoselenidy, sulfidy, fluoridy apod., které se uplatňují především v šlakositallech. Posléze je podrobně diskutován vliv kombinovaných nukleačních činidel.



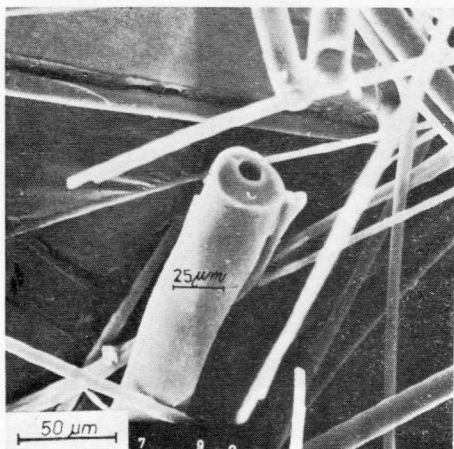
Obr. 1. S.E.M. rovných, rôzne hrubých a dutých vlákien z taveniny alkalický ěadič s vysokopecnou troskou.



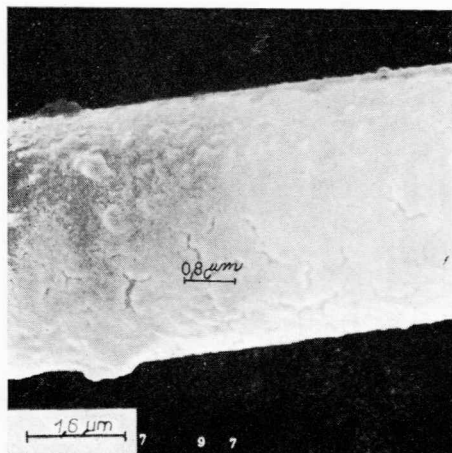
Obr. 2. S.E.M. různé hrubých vlákien z taveniny alkalický ěadič s vysokopecnou troskou.



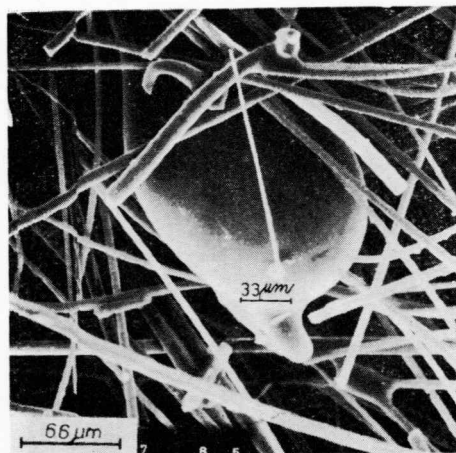
Obr. 3. S.E.M. rovných zhrubnutých, zlepených a deformovaných vlákien z taveniny alkalický ěadič s vysokopecnou troskou.



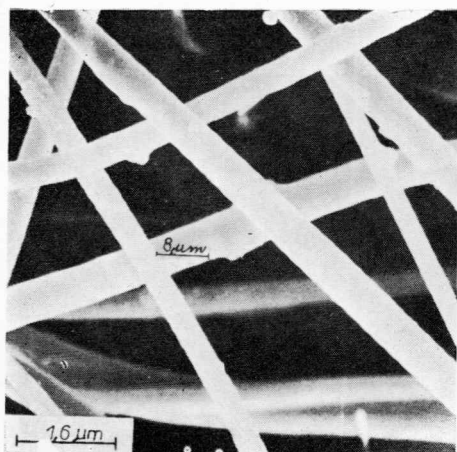
Obr. 4. S.E.M. trubkovitého ukončenia vlákien z taveniny alkalický ěadič s vysokopecnou troskou.



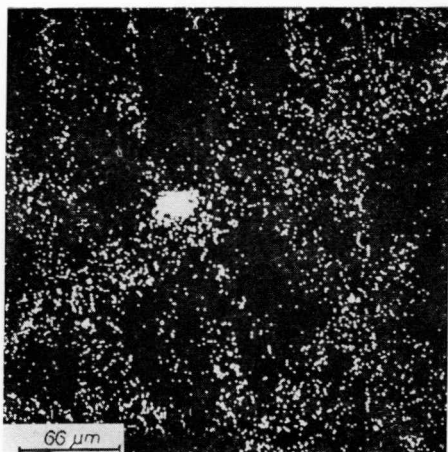
Obr. 5. S.E.M. povrchu vlákien s krátkymi a nesúvislými kontrakčnými trhlinkami. Tavenina alkalický čadič s vysokopecnou troskou.



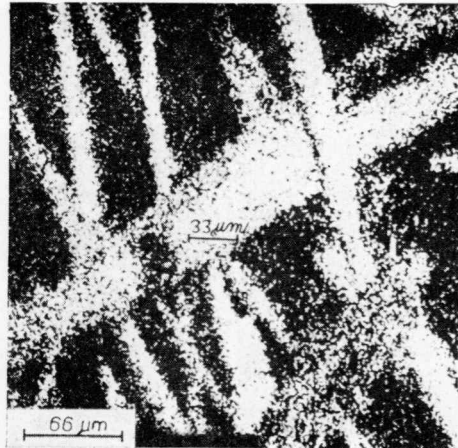
Obr. 6. S.E.M. nerovnáko hrubých, trubičkovitých vlákien s granulátmi kvaplovitých tearov. Tavenina andezit s vysokopecnou troskou.



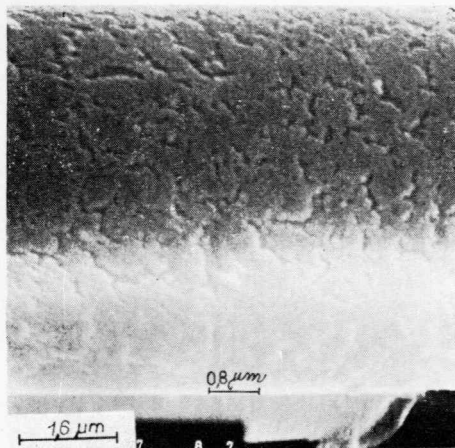
Obr. 7. S.E.M. drobných hrbolčekov — výdutín na vláknach z taveniny andezit s vysokopecnou troskou.



Obr. 8. Distribúcia FeK_α vo vláknach z taveniny andezit s vysokopecnou troskou. Svetlé body indikujú zastúpenie Fe vo vláknach. Maximom koncentrácie Fe sa dokumentuje hrbolček-výdutina s magnetitovým jadrom.



Obr. 9. Distribúcia MgK_{α} vo vláknach z taveniny andezit s vysokopecnou troskou. Svetlé body dokumentujú Mg koncentrácie v jednotlivých vláknach. Tmavým flakom sa na vlákne indikuje hrbolček s magnetitom,



Obr. 10. S.E.M. z povrchu vlákna rozbrázdzeného nepravidelnými a takmer nesúvislými kontrakčnými trhlínkami. Tavenina andezit s vysokopecnou troskou.