

GENETICKÁ KLASIFIKÁCIA A VEK LOŽÍSK MINERÁLOV KAOLINITOVEJ SKUPINY V ZÁPADNÝCH KARPATOCH

(1 obr. a 1 tab. v texte)

IVAN KRAUS — VLADIMÍR HANO*

Генетическая классификация и возраст месторождений минералов каолиновой группы в Западных Карпатах

Предлагается схема генетической классификации месторождений каолиновой группы. Коротко характеризуются основные минералогическо-технологические особенности резидуальных, гидротермальных и осадочных месторождений Западных Карпат. Одновременно были определены три фазы каолинизации в этом районе на основании седиментологических и климатологических условий.

Первая фаза — преднеогеновая. Эта фаза вероятно не имела важное влияние на возникновение главных месторождений каолина и галлоизита.

Вторая фаза-верхнемиоценовая, имела самое главное влияние на образовании каолиновых кор выветривания в Западных Карпатах.

Третья фаза-плиоценовая, распространяется только на районы восточно-словацкой низменности. Продукты каолинизации этой фазы не имеют экономического значения.

Genetic classification and age of the deposits of the kaolinite-group minerals in the West Carpathians

A scheme of a genetic classification of deposits of the kaolinite-group minerals is presented. The principal mineralogical-technological properties of residual, hydrothermal, and sedimentary deposits of the West Carpathians are briefly characterized. Three phases of kaolinization in this region have been differentiated on the basis of sedimentological and climatological criteria. The first is the pre-Neogene phase which probably did not appreciably affect the origin of the most significant kaolin and halloysite deposits. The second, Upper Miocene phase played a very significant part in the formation of the kaoline weathering crusts in the West Carpathians. The third phase is of Pliocene age and it is exclusively confined to the region of the East Slovakian lowland. The kaolinization products of this phase are economically insignificant.

V oblasti Českého masívu sú významné ložiská kaolínu, ktorý je predmetom intenzívnej ťažby a výskumu. Podľa najnovších poznatkov M. Kužvarta (1969) sa proces kaolinického zvetrávania v tejto oblasti uplatňoval pri rozklade

* Doc. RNDr. Ivan Kraus, CSc., Katedra nerastných surovín PFUK, 801 00 Bratislava.

RNDr. Vladimír Hano, Geologický prieskum, n. p., Geologická oblasť, 010 51 Žilina.

hornín bohatých na živce v karbóne a na rozhraní mezozoika a terciéru. Naproti tomu boli v Západných Karpatoch produkty kaolinizácie donedávna známe len sporadicky a nevenovala sa im pozornosť. Všeobecne sa tvrdilo, že celkový geotektonický vývoj v Západných Karpatoch v porovnaní s Českým masívom nebol pre tvorbu rozsiahlejších ložísk kaolinického typu priaznivý. V ostatnom desaťročí sa situácia zmenila a aj v tejto oblasti sa objavili nové ložiská kaolínu, halloyzitu a kaolinického ílu.

V práci podávame stručnú charakteristiku genetických typov týchto ložísk a súčasne stanovujeme základné fázy kaolinizácie, ktoré sa uplatňujú v Západných Karpatoch. Domnievame sa, že tieto poznatky môžu aspoň čiastočne prispieť k formovaniu celkovej predstavy o procesoch kaolinizácie v strednej Európe.

Genetická klasifikácia ložísk minerálov kaolinitovej skupiny

Podľa doterajších poznatkov predkladáme genetickú klasifikačnú schému ložísk ílových minerálov zo skupiny kaolinitu v Západných Karpatoch (tab. 1). Zámerne hovoríme o ložiskách minerálov kaolinitovej skupiny, pretože sa v Západných Karpatoch na zložení produktov koalínizačných procesov pomerne často okrem kaolinitu zúčastňuje halloyzit a minerál „fire clay“ ako podstatná alebo vedľajšia súčasť. Termín fire clay používame pre minerál kaolinitovej skupiny, ktorý má neusporiadanú štruktúru, neinterkaluje s K-acetátom a hydrazínom a vyznačuje sa izomorfnou substitúciou v oktaedrickej, respektíve v tetraedrickej koordinácii. Ložiská zaradené do základných genetických typov sa súčasne vyznačujú radom špecifických technologických vlastností.

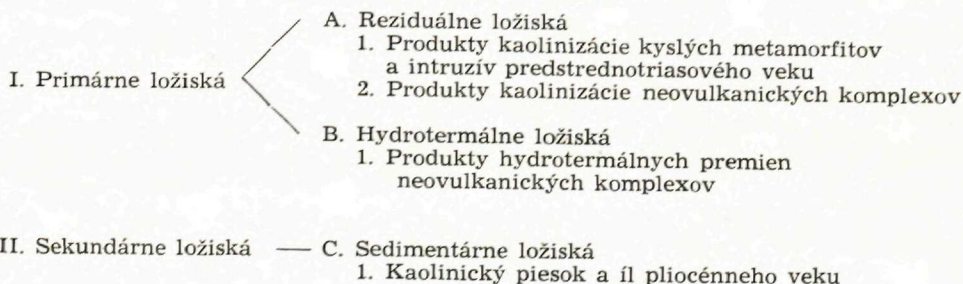
Reziduálne ložiská

Reziduálne ložiská v Západných Karpatoch patria k ekonomicky najvýznamnejším a najperspektívnejším. Rozdeľujeme ich na dva podtypy.

Produkty kaolinizácie metamorfitov a kyslých intruzív prostrednotriasového veku tvorí kaolinit s dobre usporiadanou štruktúrou a premenlivou prímесou ílovej sludy. Keď neberieme do úvahy slabé prejavy kaolinizácie kryštalinika Žiaru pri Bojniciach (D. Andrusov — V. Zorkovský 1949, D. Andru-

*Genetická klasifikácia ložísk ílových minerálov zo skupiny kaolinitu
v Západných Karpatoch*

Tab. 1



sov 1949, I. Kraus — E. Šamajová 1970) a Rudna (J. Gašparík 1970), je ložisko Horná Priebraná, ktoré pri vyhľadávacom prieskume keramických surovín Lučeneckej kotliny objavil V. Hano (1966), zatiaľ jediným významným predstaviteľom tohto typu. Pôvodné materské horniny predstavujú komplex vulkanicko-sedimentárneho pôvodu, ktorý bol pred samostatnou kaolinizáciou epizodálne metamorfovaný. Bližšie postavenie materských hornín v paleozoiku gemeríd doteraz nie je definitívne vyriešené. K. Urban (1970) na základe petrografického štúdia porfyroidov sa prikláňa k náhľadu, že komplex hornín, ktoré podľahli kaolinizácii, by mohol patriť do permu, aj keď prítomnosť grafiticko-sericitických fylitov nie je pre perm gemeríd osobitne charakteristická. Okrem porfyroidov a fylitov paleozoika gemeríd sa v oblasti Lučeneckej kotliny stretávame s produktmi kaolinizácie rozličných petrografických typov hornín. Patria k nim predovšetkým:

a) arkózovité kremence, ktoré O. Fusán in M. Kuthan et al. (1963) zaradil do obalovej série kryštalinika veporíd (Zlámanec, Ružiná, Pliešovce);

b) granitoidy veporidného plutónu, v ktorých zachovanú kôru málo intenzívneho kaolinického zvetrávania opísal R. Ondrášik (1970) pri Valkove, severne od Poltára;

c) svory a fylonity kohútskej zóny, ktoré vystupujú v podobe kaolinizovaných valúnov v pliocénnych sedimentoch poltárskej formácie, ako aj na pôvodnom mieste v oblasti Málnica, Dobroče (I. Križáň 1966), Detvianskej Huty, Hriňovej a Klenovca (R. Ondrášik 1970).

Doterajšie štúdium potvrdilo, že petrografický charakter materských hornín podstatne ovplyvňuje mineralogické zloženie, ale predovšetkým chemizmus produktov rozkladu, a tým aj technologické vlastnosti kaolínu. I. Horváth (1969) zistil, že v oblasti Hornej Priebranej vznikol kaolín najlepšej kvality najmä zvetrávaním porfyroidov. Vyznačuje sa relatívne vysokým obsahom kaolinitu a prítomnosťou Na-ílovej sludy — brammalitu. Charakteristický je vysoký obsah Na_2O (1,2–2,5 %), znížený obsah K_2O (2,5–3,5 %). Obsah Fe_2O_3 sa pohybuje v rozmedzí 0,5–1,0 % a TiO_2 v rozmedzí 0,12–0,25 %. Kaolinit, ktorý vznikol zvetrávaním fylitov, sa zo štruktúrneho hľadiska vyznačuje nižším stupňom usporiadanosti (I. Kraus et al. 1972) a prítomnosťou K-ílovej sludy. V súlade s tým sa obsah Na_2O pohybuje v rozmedzí 0,05–0,15 %, K_2O od 3,5 do 6,0 % a Fe_2O_3 nad 1,8 %.

Osobitným typom dobre zachovanej kaolinovej kôry zvetrávania v Západných Karpatoch, ktorej sa doteraz venovalo veľmi málo pozornosti, sú epizodálne metamorfované arkózovité kremence, ktoré tvoria súčasť obalovej série veporidného kryštalinika. Sú zachované predovšetkým na južných svahoch Vepora. Najvýznamnejšou je lokalita Zlámanec, 2 km severne od Kalinova. Potom je to výskyt na severnom svahu kóty Žernovská, 750 m východne od Ružinej. I. Križáň (1966) sem kladie aj horniny vystupujúce v záreze cesty Brezníčka—Mládzo. Domnievame sa, že súvrstvie lavicovitých kremencov v pliešovskom ostrove, ktoré opísal O. Fusán (1971), pokladané za obalovú sériu veporidného kryštalinika, je analogické s predchádzajúcimi lokalitami a rovnako predstavuje kôru zvetrávania arkózovitých kremencov uprostred hornín stredoslovenských neovulkanitov. Ďalej sú známe relikty zachovanej kôry kaolinického zvetrávania v ostrove starších útvarov, ktoré vystupujú z podložia neogénnej výplne Slatinskej kotliny východne od Lieskovca. Kaolinizácia postihla biotitický granodiorit, kremité porfýry s pestrými bridlicami

a arkózami, ktoré podľa O. F u s á n a (1971) pravdepodobne zodpovedajú permu Ľubietovského pásma. Doteraz je problematická stratigrafická pozícia kaolinizovaných arkózovitých kremencov. V. H a n o (1966) ich v okolí Zlámanca pokladá za slabometamorfovaný kontinentálny vývoj permu. Naproti tomu O. F u s á n (1971) ich zaraďuje do spodného triasu obalovej série veporidného kryštalinika.

Pomerne najlepšie poznáme geologickú stavbu, petrografický charakter materských hornín a mineralogické zloženie produktov rozkladu na lokalite Zlámanec, odkiaľ sa surovina používa na výrobu žiaruvzdorných hmôt, žiarobetonu a kyslého šamotu. Kyslé plagioklasy a draselné živce sa prevažne rozložili na ílové minerály, ktoré sa koncentrujú v intergranulárach zŕn kremeňa a na plochách bridličnatosti. Množstvo živcov v hornine a stupeň ich premeny nie sú stabilné. Rozdielnu intenzitu premeny ovplyvňuje predovšetkým tektonická porušenosť materských hornín. V závislosti od tohto faktora sa hĺbkový dosah kaolinizácie zistený vo vrtoch pohybuje od 50 do 120 m. Zastúpenie vyplývajúceho podielu frakcie 0—20 mikrometrov nepresahuje 10—12 %. Hlavným ílovým minerálom je kaolinit. Jeho zastúpenie sa vo frakcii 0—2 mikrometrov pohybuje od 60 do 90 %. Zvyšok pripadá na ílovú sľudu a kremeň. Stupeň štruktúrnej usporiadanosti kaolinitu je relatívne vysoký a zhoduje sa s usporiadaním štruktúry kaolinitu na ťažisku Horná Priebraná. Geologické a mineralogicko-petrografické pomery na zachovaných reliktoch kaolinizovanej kôry zvetrávania sú v oblasti Ružinej a Pliešoviec podobné. Zastúpenie ílovej frakcie v arkózovitých kremencoch pliešovského ostrova je v porovnaní so Zlámancom o niečo nižšie, čo súvisí s celkovým zastúpením živcov v materskej hornine. Oproti Zlámancu mierne vzrastá podiel ílovej sľudy.

Na základe doterajších poznatkov o geologickej pozícii, mineralogických a technologických vlastnostiach kaolínu, ktorý vzniká zvetrávaním metamorfítov a kyslých intruzív predstrednotriasového veku, pokladáme v Západných Karpatoch za najperspektívnejšiu severovýchodnú časť Lučeneckej kotliny medzi Poltárom a Pondelkom. Zo širšieho hľadiska prichádza do úvahy celá oblasť styku kryštalinika a obalovej série veporíd, ako aj paleozoika gemeríd s pliocénnymi sedimentmi poltárskej a košickej formácie. Očakávame, že zakrytá kaolínová kôra zvetrávania bude najlepšie vyvinutá tam, kde na paleozoickom reliéfe v podloží poltárskej formácie nie sú vyvinuté sedimenty šlirovej fácie egeru. A. A b o n y i et al. (1972) v okolí Pondelka v podloží egeru síce našli reliktu slabokaolinizovaných fylitov, ale pretože hlavnú fázu kaolinizácie v tejto oblasti, ako na to poukážeme ďalej, situujeme na rozhranie medzi sarmatom a panónom, sedimenty egeru v tomto období blokovali priaznivý priebeh kaolinizácie v ich podloží. Preto pri prieskumných prácach treba v celej perspektívnej oblasti venovať pozornosť rozšíreniu egeru, hĺbkovému dosahu kaolinizácie a morfológii predneogénneho reliéfu.

Druhým podtypom reziduálnych ťažísk sú produkty kaolinizácie vulkanických komplexov. Z ílových minerálov sú prítomné predovšetkým halloyzity a minerál fire clay, niekedy s prímiesou alofánu a kristobalitu. K materským horninám patria andezity, ryolity badensko-sarmatského veku a ich pyroklastiká. Patrí sem ťažisko halloyzitu Michalovce—Biela hora, Poruba pod Vihorlatom, ťažisko kaolínu a kaolinického ílu pri Pukanci a drobné výskyty, zatiaľ bez priemyselného významu, v Lučeneckej a Slatinskej kotline. Prevažne sa vyznačujú veľkou premenlivosťou v zastúpení úžitkovej zložky, malým a nepre-

videlným rozsahom zachovaných produktov rozkladu. Technologické vlastnosti, najmä žiaruvzdornosť a chemizmus týchto surovín sa mení vo veľmi širokom rozmedzí. Najkvalitnejšie typy vznikli rozkladom ryolitových tufov. Na genézu najvýznamnejších ložísk tejto skupiny sa doteraz vyslovili protichodné názory. V. Žúrek (1958) na Bielej hore a M. Mišík et al. (1958, 1959) pri Pukanci zdôrazňujú pôsobenie hydrotermálnych roztokov. J. Slávik (1962) na Bielej hore a S. Polášek (1961) pri Pukanci vysvetľujú vznik účinkom hypogénnych procesov. V predkladanej genetickej klasifikácii (tab. 1) ich pokladáme za zachované reliktory zvetrávania, ktorá sa formovala koncom sarmatu a začiatkom panónu.

Hydrotermálne ložiská

Otázka vzniku kaolínových ložísk hydrotermálneho pôvodu v Západných Karpatoch nie je ešte dostatočne objasnená. S typickou hydrotermálnou premenou vedúcou k vzniku ílových minerálov zo skupiny kaolinitu bez ekonomického významu sa stretáme na rudných ložiskách sideritovej formácie (F. Novák 1960, L. Drnzíková — J. Hurný 1972), ale ešte častejšie na subvulkanických ložiskách v oblasti stredoslovenských neovulkanitov (V. Radzo 1969, 1972, J. Forgáč 1965, J. Konta 1957, M. Koděra 1967). Osobitne intenzívna premena okolných horín na ílové minerály pôsobením hydrotermálnych roztokov na kremnickom rudnom ložisku bola predmetom štúdia M. Böhmera et al. (1969). Ílové minerály tu nemajú priemyselný význam, ale prítomnosť kaolinitu a ílovej sludy v premenených pásmach zvyčajne spoľahlivo indikuje pôsobenie hydrotermálnych roztokov, a tým aj možnosť výskytu sulfidickej, respektíve drahokovnej mineralizácie. Vo východoslovenských neovulkanitoch sme sledovali intenzívnu argilitizáciu pyroxenických andezitov v severnej časti Slanských vrchov v spojitosti s Hg-mineralizáciou na Dubníku. Na rozdiel od uvedených premien v oblasti stredoslovenských neovulkanitov je tu vo veľkom množstve zastúpený aj montmorillonit, čo poukazuje na alkalický charakter hydrotermálnych roztokov.

Ekonomicky významné koncentrácie ílových minerálov zo skupiny kaolinitu preukázateľne hydrotermálneho pôvodu sa v Západných Karpatoch zatiaľ neoverili. V prvom rade by sa mali viazať na poruchové zóny. Ich tvar by mal byť lineárny, nie plošný. Intenzita premeny by sa pri procese kaolinizácie nemala vo vertikálnom smere výraznejšie meniť. Napokon by sa charakter tejto premeny mal prejavíť v typickej minerálnej asociácii. Až v ostatných rokoch sa pri prieskumných prácach na výskyt kaolínu v oblasti stredoslovenských neovulkanitov na juhozápadnom okraji Kremnických vrchov (lokalita Podháj a Jelšovský potok-sever) diskutuje aj o možnosti hydrotermálnej kaolinizácie. Tento problém je v štádiu riešenia a mal by sa objasniť v najbližšom období.

Z ďalších kaolinitových výskytov hydrotermálneho pôvodu treba uviesť argilitizáciu pyroklastík sarmatského veku na juhovýchodnom okraji hornotúrovsko-levickej hraste, kde M. Marková (1970) opisuje pri Malých Krškách vznik kaolinitu pôsobením teplých minerálnych vôd. Podobne kaolinizáciu hydrotermálneho pôvodu, zatiaľ ešte bez overeného rozsahu, zistili v oblasti Vihorlatu E. Dobra a I. Kraus (1972). Na základe uvedenej analýzy sa domnievame, že najmä v neovulkanických oblastiach Západných Karpát možno očakávať aj významnejšie prejavy kaolinizácie hydrotermálneho pôvodu, a pre-

to vyčleňujeme už v súčasnom období uprostred kaolínových ložísk aj tento genetický typ.

Sedimentárne ložiská

Pri ložiskách sedimentárneho pôvodu sme v Západných Karpatoch vyčlenili dva základné litologicko-genetické typy.

Kaolinický piesok reprezentujú produkty vrchných častí kôry zvetrávania, ktoré sú redeponované zvyčajne na veľmi krátku vzdialenosť. Poukazujú na prítomnosť zakrytej kaolínovej kôry zvetrávania a na celkový charakter hypergénnych procesov v danej oblasti. Pri vyhľadávaní kaolínových ložísk môžu mať veľký prospekčný význam. Vystupujú predovšetkým v strednej časti Lučeneckej kotliny v oblasti Hornej Priebranej, Vyšného Petrovca, Hrabova a Cerín. Niektoré výskyty, ktoré možno analogicky priradiť k tomuto typu, sú známe v juhozápadnej časti Košickej kotliny v oblasti Rudníka a v juhozápadnej časti Turčianskej kotliny pri Rudne a Budiši.

Najväčšia pozornosť sa doteraz venovala kaolinickému piesku v Lučeneckej kotline. Ide o hrubozrnný nedokonale opracovaný kremitý piesok, v ktorom obsah ílovitého tmelu neprevyšuje 15–20 %. Z ílových minerálov je prítomný kaolinit s relatívne dobrým stupňom štruktúrnej usporiadanosti a prímies ílovej sludy. Budú sa využívať pri výrobe bieleho slinku a overuje sa ich použitie v sklárskom priemysle. Kaolinický piesok s prechodom do piesčito-aleuritického ílu v juhozápadnej časti Košickej kotliny predstavuje príbrežnú faciú v lakustrickom vývoji. Náhly charakter usadzovania počas pliocénu neumožnil dostatočné vytriedenie ílu od psefiticko-psamitických sedimentov, a preto nedáva priaznivejšie prognózy na výskyt rozsiahlejších akumulácií s vhodnými technologickými vlastnosťami. Na druhej strane jeho prítomnosť dáva podľa analógie s Lučeneckou kotlinou isté predpoklady výskytu zakrytej kaolínovej kôry zvetrávania najmä v oblasti styku kyslých intruzívnych a metamorfovaných hornín paleozoika gemeríd so sladkovodným pliocénnym sedimentárnym komplexom košickej formácie. Prítomnosť živcov a nízky obsah ílovitej zložky polyminerálneho charakteru (kaolinit, ílová sluda, montmorillonit) v juhozápadnej časti Turčianskej kotliny potvrdzujú, že procesy kaolinického zvetrávania granitoidov Žiaru boli pre tvorbu ekonomicky významnejších kaolínových ložísk v tejto oblasti a pravdepodobne aj v iných jadrových pohoriach centrálnych Západných Karpát málo intenzívne.

Kaolinický íl sa v Západných Karpatoch nachádza v plytkých prietočných jazerách a močiaroch prevažne pliocénneho veku. Jeho mineralogické zloženie a technologické vlastnosti sú determinované najmä charakterom materských hornín v pôvodných zdrojových oblastiach. Najperspektívnejšie sú oblasti, v ktorých sa pri vzniku ílových sedimentov uplatňujú kyslé intruzívne a metamorfované horniny predstrednotriasového veku. K takým patrí predovšetkým Lučenecká kotlina, kde sa koncentrujú najvýznamnejšie ložiská žiaruvzdorného keramického ílu v súvrství poltárskej formácie. Kaolinický íl s premenlivou prímiesou montmorillonitu, zatiaľ bez ekonomického významu, vzniká aj vo vnútorných kotlinách na strednom Slovensku a vo Východoslovenskej nížine zvetrávaním vulkanogénnych komplexov.

Ložiská ílu v poltárskej formácii majú veľmi nestále úložné pomery a litologický charakter, najmä zastúpenie piesčitej frakcie. Ide v podstate o nepre-

videlné šošovky, ktoré vznikali najmä tam, kde boli v podloží poltárskej formácie málo priepustné horniny (ilovce egeru, kaolinizované sericiticko-grafitické fylity gemeríd a kaolinizované andezitové pyroklastiká). Relatívne najpravidielnejší vývoj a najväčšiu mocnosť dosahujú pelitické sedimenty v západnej časti Lučeneckej kotliny (Halič, Tomášovce, Gregorova Vieska, Točnica), pričom najkvalitnejší il, prevažne sivej farby, je najmä v spodnej časti formácie.

Il poltárskej formácie je tvorený minerálom fire clay s prímесou kaolinitu a sporadicky ilovej sludy. I. Kraus et al. (1972), I. Kraus — I. Horváth (1972) potvrdili, že minerál fire clay sa usporiadanosťou svojej štruktúry, veľkosťou častíc, vznikom a technologickými vlastnosťami podstatne odlišuje od kaolinitu v reziduálnom kaolíne a redeponovanom kaolinickom piesku. Rozdielny stupeň štruktúrnej usporiadanosti minerálu fire clay v íle poltárskej formácie v porovnaní s kaolinitom kaolínu a kaolinického piesku pripisujeme jednak rozdielnemu charakteru materských hornín a jednak dĺžke transportu z primárnej kôry zvetrávania do sedimentačného bazénu. Z ostatných minerálov je najmä v juhozápadnej časti, kde sa prejavuje vplyv vulkanogénnej zdrojovej oblasti, častý halloyzit a ojedinele montmorillonit. Osobitné formy výskytu halloyzitu v podobe tzv. obrnených závalkov a gibbsitu s diaspórom podrobne opísali I. Kraus et al. (1966) a I. Kraus (1968).

Do samostatnej skupiny patria íly, ktoré tvoria minerály kaolinitovej skupiny s prímесou montmorillonitu, redeponované do sedimentačných panví prevažne pliocénneho veku z vulkanogénnych zdrojových oblastí. V stredoslovenských neovulkanitoch sa doteraz venovala pozornosť ílu v Slatinskej kotline, ktorý vystupuje v oblasti Zvolenskej Slatiny, Očovej a Ptrukše. Tvorí ho zmes extrémne jemnodisperzného halloyzitu, minerálu fire clay a niekedy montmorillonitu. Vznikal zvetrávaním andezitov a ich pyroklastík, ktoré v zmysle M. Kuthana (1962) zaraďujeme k produktom I. a II. andezitovej vulkanickej fázy. Vo východoslovenskej panve I. Kraus et al. (1972) pri regionálnom mineralogickom štúdiu v oblasti podvihorlatskej depresie v širšom okolí Hnojného zistili súvislý horizont kaolinického ílu typu fire clay, ktorý dosahuje približne mocnosť od 80 do 140 m. Sú to redeponované produkty kaolinického zvetrávania andezitových aglomerátov a tufov, ktorých primárne produkty sú známe v oblasti vulkanického masívu Vihorlat—Popričný. V súlade s chemizmom materských hornín sa vyznačujú zvýšeným obsahom Fe_2O_3 a TiO_2 , čo limituje ich použitie v keramickom priemysle.

Vek kaolinizácie v Západných Karpatoch

Pri stanovovaní fáz vhodných na tvorbu kaolínovej kôry zvetrávania vychádzame v podstate zo sedimentologických a klimatologických kritérií. K sedimentologickým patria výskytu mladších sedimentárnych formácií známeho veku v bezprostrednom nadloží skúmaných reziduálnych kaolínových ložísk. Aj v prípade, že sú spoľahlivo datované, možno na ich základe hovoriť len o vrchnej hranici ukončenia celého procesu. Pritom nemáme záruku, že tieto komplexy sedimentovali bezprostredne po ukončení zvetrávacích procesov. Ďalej sem patria polohy kaolinického ílu a piesku, ktoré boli redeponované z primárnej kôry kaolinického zvetrávania. Je prirodzené, že od vzniku primárnej kôry, cez jej rozrušenie a sedimentáciu redeponovaných produktov môže uplynúť rozlične dlhé časové obdobie, a to v závislosti od viacerých faktorov, najmä

geotektonických a paleogeografických.

Klimatický faktor sa na základe prác mnohých autorov (W. D. Keller 1958, N. M. Strachov 1962, G. Millot 1964, M. Kužvart — J. Konta 1968, F. C. Loughnan 1969) pri procesoch kaolinického zvetrávania pokladá za rozhodujúci. Vychádza sa z predstavy, že optimálne podmienky na kaolinizáciu sú v teplej a vlhkej klíme subtrópov a trópov pri priemernej ročnej teplote 15—18 °C a zrážkach nad 1000 mm pravidelne rozložených po celý rok. Väčšina kaolinových ložísk v Európe vznikala súčasne s tvorbou uhoľných slojov po horotvorných procesoch, pri ktorých sa vulkanickou činnosťou dostávalo do ovzdušia veľké množstvo CO₂.

Analýzou sedimentologických a klimatologických kritérií sme dospeli k náhľadu, že sa v oblasti Západných Karpát uplatňovali tri základné fázy kaolinizácie.

Predneogénna fáza kaolinizácie

Predneogénna fáza kaolinizácie sa uplatňuje v južnej časti Západných Karpát (Lučenecká kotlina, Ipeľská kotlina, Podunajská nížina). Reprezentuje pravdepodobne doznievanie lateritického zvetrávania. Redeponované produkty tohto zvetrávania na báze paleogénu sú dobre známe v oblasti Strážovského pohoria, Galmusa a Juhoslovenského krasu.

Najvýznamnejší dôkaz o existencii kaolinizačných procesov v tomto období priniesol geologický prieskum, ktorý overoval pokračovanie magnezitového karbónu gemeríd pod neogénnymi sedimentmi v Lučeneckej kotline. V podloží sedimentov patriacich egeru medzi Hrnčiarskou Vsou a Svetlou A. Abonyi et al. (1972) zistili niekoľko desiatok metrov mocný komplex kaolinizovaných paleozoických fylitov gemeríd, ktoré sa z litologicko-mineralogického hľadiska doteraz podrobnejšie nebádali. Ostatné výskyty v Ipeľskej a Podunajskej nížine patria redeponovanému kaolinickému ílu, ktorý je pravdepodobne súčasťou bazálnej série oligocénu. Prvý výskyt podrobne opisali B. Číčíel — D. Vass (1964) pri Seľanoch. Predpokladajú, že súvrstvie kaolinického ílu s prímiesou ílovej sludy a goetitú vzniklo v plytkom jazere a je produktom zvetrávania kryštalinika veporíd. Druhý výskyt uvádza z bazálneho, tzv. pestrého uhľonosného súvrstvia pri Stúrove J. Seneš (1960). Ide o terestrický a fluvio-limnický pestrý piesčitý íl a ílovec, v ktorých K. Borza — E. Martiny (1964) potvrdili prítomnosť kaolinitu, muskovitu a hematitu s prímiesou kremeňa. S týmto kaolinickým ílom v oblasti Ipeľskej kotliny a Podunajskej nížiny nepochybne súvisí aj ložisko žiaruvzdorného kaolinického ílu oligocénneho veku pri Romhanyi v MLR (G. Varjú 1959).

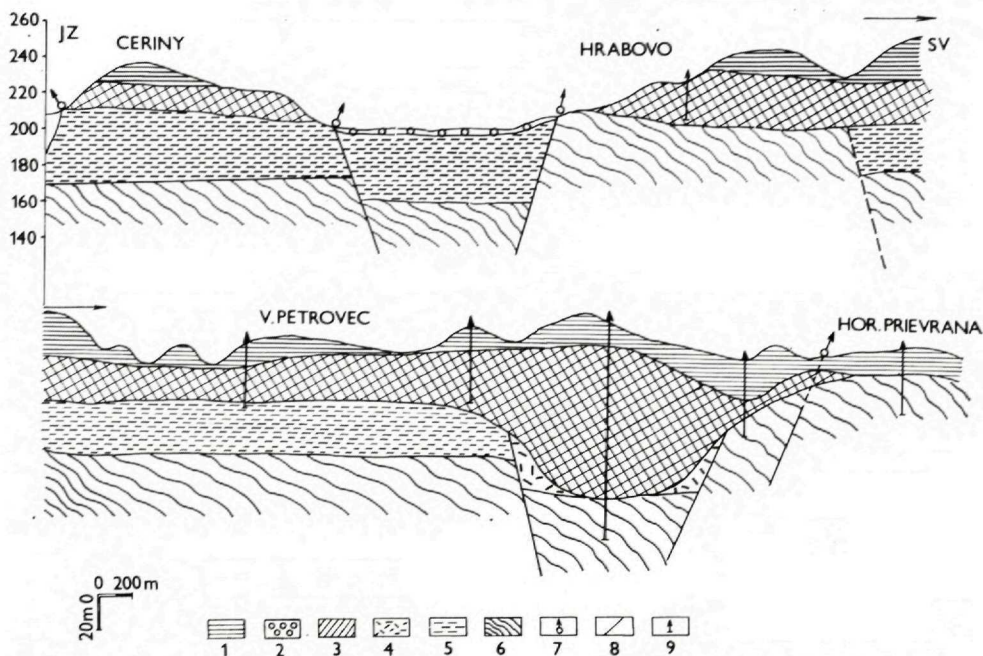
Proces kaolinického zvetrávania v paleogéne bol podmienený predovšetkým priaznivým klimatickým vývojom. Výskyt suchozemských rastlín vo vrchno-eocénnych sedimentoch svedčí o tropickom, vlhkom podnebí, analogickom s recentnou indomalajskou oblasťou. Koncom oligocénu a v egeri väčšina autorov konštatuje čiastočné ochladzovanie. Podnebie malo ešte humidný ráz a F. Němejce (1962) ho pokladá za prechodné medzi subtropickou a teplou zónou mierneho pásma. E. Planderová (1962) na základe porovnávania foriem egeru s recentnými rodmi uvádza priemernú ročnú teplotu okolo 20 °C a priemerné ročné zrážky okolo 1600 mm.

Napriek tomu, že sa v južnej a juhozápadnej časti Západných Karpát jedno-

značne potvrdila existencia kaolinického zvetrávania počas paleogénu, domnievame sa, že táto fáza sa podstatnejšie nezúčastňovala na vzniku najvýznamnejších ložísk kaolínu v Lučeneckej kotline (Horná Prievraná, Zlámanec). Svedčí o tom fakt, že na južnej periférii týchto ložísk v podloží sedimentov egeru nepoznáme výskyty redeponovaného kaolinického ílu, aké sa zistili pri Seľanoch a ktoré by mali byť v prípade uplatnenia sa tejto fázy ekvivalentom pliocénneho kaolinického ílu poltárskej formácie. Rovnako kaolinický piesok, ktorý reprezentuje na krátku vzdialenosť redeponované produkty reziduálnych kaolinových ložísk, sa vždy nachádza v priamom nadloží sedimentov egeru a v podloží kaolinického ílu poltárskej formácie (obr. 1).

Vrchnomiocénna fáza kaolinizácie

Najväčší vplyv na tvorbu kaolinovej kôry zvetrávania v Západných Karpatoch mala fáza, ktorá prebiehala na rozhraní sarmatu a panónu. Hranice tohto procesu možno pomerne spoľahlivo viesť na základe sedimento-



Obr. 1. Geologický profil Lučeneckej kotliny.

1 — Sedimenty poltárskej formácie — pliocén, 2 — fosílna suť — vrchný sarmat (?), 3 — kaolinický piesok — sarmat, 4 — kaolinizované fylity a porfyroidy — paleozoikum gemeríd, 5 — sliene — eger, 6 — fylity a porfyroidy — paleozoikum gemeríd, 7 — minerálne pramene, 8 — zlomy, 9 — vrty.

Fig. 1. Geological profile by Lučenecká kotlina basin.

1 — The sediments of the Poltar formation — Pliocene, 2 — Fossil scree — Upper Sarmatian (?), 3 — Kaolinitic sands — Sarmatian, 4 — Kaolinized phyllites and porphyroids — Gemeride Paleozoic, 5 — Clay marls — Egerien, 6 — Phyllites and porphyroids — Gemeride Paleozoic, 7 — Mineral spring, 8 — Faults, 9 — Boreholes.

logických kritérií. Spodnú hranicu indikuje kaolinická kôra zvetrávania, ktorá vznikla v oblasti stredoslovenských a východoslovenských neovulkanitov na andezitoch a ryolitoch badenského až strednosarmatského veku.

Je to oblasť Pukanca v Bátovskej, Zvolenskej Slatiny, Očovej, Pstruše v Slätinskej, Haliče v Lučeneckej kotline a Michaloviec vo Východoslovenskej nížine. Okrem toho D. Andrusov et al. (1958), K. Borza — E. Martiny (1969) uvádzajú na južnom a východnom Slovensku produkty terra rossy, zložené z kaolinitu a hydroxidov Fe, ktoré vznikli zvetrávaním andezitov a ich tufov počas kontinentálnej periódy medzi stredným sarmatom a pliocénom. Vrchnú hranicu vrchnomiocénnej fázy kaolinizácie v Západných Karpatoch jednoznačne reprezentujú sladkovodný íl a ílovitý piesok, ku ktorým patrí už aj spomenutý íl poltárskej formácie v Lučeneckej kotline. Vystupujú tu vždy v nadloží reziduálnych ložísk kaolínu a sú nesporným dôkazom intenzívnych hypergénnych procesov v predpliocénnom období. Na značnú intenzitu zvetrávacích procesov v tomto časovom intervale poukazuje výskyt gibbsitu v íle poltárskej formácie (I. Kraus 1968). Predpokladáme, že hydroxidy Al vznikli v obmedzenom rozsahu v primárnej kôre zvetrávania ako finálne produkty celého procesu. Nejde o stálu prímes, ale sú to len lokálne koncentrácie nepresahujúce 5—10 % z celkového množstva. Podobnú zákonitosť v zastúpení gibbsitu v ílovcach vrchnej kriedy Českého masívu uvádza J. Sindelář (1974). Táto okolnosť umožňuje vzájomne porovnávať vrchnomiocénnu fázu kaolinizácie v Západných Karpatoch s vrchnokriedovo-oligocénou fázou v Českom masíve. Prírodzene, nemožno vzájomne porovnávať rozsah kaolinizácie v Západných Karpatoch a v Českom masíve, ale predovšetkým jej intenzitu v období, keď sa v oboch oblastiach uplatňovala najoptimálnejšie.

Z klimatického hľadiska sa v sarmate a v panóne stredoeurópskej oblasti stretáme s pomerne častým striedaním podmienok charakteristických pre humidny, resp. aridný vývoj. Vývojom klímy na základe štúdia flóry vo vrchnom miocéne vnútorných kotlín stredoslovenských neovulkanitov sa detailne zaoberal V. Sitár (1970). Zistil, že vo vrchnom sarmate a v panóne sa oproti spodnému a strednému sarmatu výrazne zvýšila humidita klímy. Vo vrchnom sarmate a v spodnom panóne v tejto oblasti predpokladá subtropickú klímu s priemernými ročnými teplotami v rozmedzí 13—18 °C a s množstvom zrážok od 1000—1500 mm. Dalším faktorom, ktorý priaznivo pôsobil na priebeh kaolinizácie v tomto období, bolo zvýšené množstvo CO₂, ktoré sa dostávalo do atmosféry po ukončení hlavných fáz vulkanickej činnosti (na strednom Slovensku v spodnom a v strednom sarmate).

Vysoký obsah CO₂ v atmosfére spolupôsobil pri zvýšení priemernej ročnej teploty, pretože obmedzoval spätné vyžarovanie tepla — tzv. skleníkový efekt. Vulkanická činnosť sa takto stala významným činiteľom pri vytváraní optimálnych podmienok na kaolinické zvetrávanie vo vrchnom miocéne.

Pliocénna fáza kaolinizácie

Najmladšia fáza kaolinizácie sa v Západných Karpatoch obmedzila na oblasť východoslovenských neovulkanitov, kde sú vo vulkanickom komplexe Vihorlatu na viacerých miestach zachované rozložené andezitové aglomeráty a pyroxenické andezity tzv. hlavnej vulkanickej fázy. Tie sa podľa J. Slávika et al. (1968) zaraďujú do pontu a rumanu. S vedením hranice medzi vrchným

miocénom a pliocénom sú v súčasnom období späté veľké ťažkosťami. Absolútny vek pyroxenických andezitov hlavnej fázy vo východoslovenských neovulkanitoch sa podľa posledných údajov odhaduje na 9 až 10,5 miliónov rokov (D. V a s s — osobná informácia) a podľa toho by mali patriť ešte do panónu. Bez ohľadu na problémy s datovaním útvarov vo vrchnom miocéne a v pliocéne pri celkovom hodnotení procesov zvetrávania je však nepochybné, že kaolinizácia pyroxenických andezitov masívu Vihorlat—Popričný je vo vzťahu k vrchnomiocénnej fáze na strednom Slovensku mladším procesom.

Celková mocnosť pliocénnej kôry zvetrávania na východnom Slovensku nepresahuje 5 m. Súvisí to s málo priaznivými klimatickými podmienkami, ako aj s relatívne veľmi krátkym časovým intervalom, počas ktorého sa formovala. Tak sa zákonite vytvorili vhodné podmienky pre vznik kaolinického minerálu s vysoko neusporiadanou štruktúrou, extrémne jemnodisperzným vývojom a prítomnosťou Fe v oktaedrickej vrstve, ktorý pokladáme za typického predstaviteľa minerálu fire clay. Z genetického hľadiska je cenné, že v tejto oblasti poznáme jednak výskyt primárnej kôry pliocénnej fázy kaolinizácie (Poruba pod Vihorlatom, Orechová, Petrovce), ktorým doteraz venovali pozornosť J. K v i t k o v i č — M. H a r m a n (1962) a R. O n d r á š i k (1970), jednak ich redeponované produkty v Podvihorlatskej depresii. Vyznačujú sa vždy veľmi nízkym stupňom chemickej zrelosti.

Napriek tomu, že sú produkty pliocénnej fázy kaolinizácie na východnom Slovensku pre extrémne vysoký obsah Fe_2O_3 a TiO_2 z technologického hľadiska málo perspektívne, zasluhujú si zvýšenú pozornosť. Dokazujú, že aj pri celkovom ochladení sa v tejto oblasti vytvorili podmienky na kaolinizáciu v období, keď sa v strednej Európe na základe doterajších poznatkov kaolinické zvetrávanie nepokladalo za pravdepodobné (M. K u ť v a r t — J. K o n t a 1968).

Pri vrchnomiocénnej fáze kaolinizácie, ktorá sa uplatňovala predovšetkým na juhovýchodnej periférii stredoslovenských neovulkanitov, sme zdôraznili spätosť s vrcholnou aktivitou vulkanickej činnosti (vrchný baden — stredný sarmat), počas ktorej sa uvoľňovalo značné množstvo CO_2 do atmosféry. Je pozoruhodné, že pliocénna fáza kaolinizácie sa doteraz zistila výlučne v oblasti východoslovenských neovulkanitov opäť v nadväznosti na vrcholnú aktivitu vulkanickej činnosti (pont — ruman). Preto sa domnievame, že popri priaznivom klimatickom vývoji zohrával pri kaolinickom zvetrávaní v Západných Karpatoch významnú úlohu práve tento faktor, a musíme ho pri vzniku a datovaní kaolinizačných procesov tiež brať do úvahy.

Záver

Vyčlenili sme tri genetické typy ložísk minerálov kaolinitovej skupiny. Reziiduálne ložiská sme rozdelili na dva podtypy. Prvým sú produkty kaolinizácie metamorfítov a kyslých intruzív predstrednotriasového veku. Patrí sem ložisko Horná Priebraná a Zlámanec v Lučeneckej kotline. Druhým podtypom sú produkty kaolinizácie vulkanických komplexov. Patrí sem ložisko halloyzitu Michalovce—Biela hora, ložisko kaolínu a kaolinického ílu pri Pukanci a drobné výskyt, zatiaľ bez priemyselného významu, v oblasti stredoslovenských a východoslovenských neovulkanitov.

Otázka vzniku kaolínových ložísk hydrotermálneho pôvodu nie je ešte v Zá-

padných Karpatoch dostatočne objasnená. Na základe súčasných poznatkov sa domnievame, že hlavne v neovulkanických oblastiach možno očakávať aj významnejšie prejavy kaolinizácie hydrotermálneho pôvodu.

Pri sedimentárnych ložiskách sa opäť vyčlenili dva litologicko-genetické podtypy. Kaolinický piesok reprezentuje produkty vrchných častí kôry zvetrávania. Vystupuje predovšetkým v strednej časti Lučeneckej a v juhozápadnej časti Košickej a Turčianskej kotliny. Kaolinický íl sa v Západných Karpatoch nachádza v plytkých prietochných jazerách a močiaroch prevažne pliocénneho veku. Najvýznamnejšie ložiská žiaruvzdorného a keramického ílu v Západných Karpatoch sa koncentrujú v súvrství poltárskej formácie. Kaolinický íl s premenlivou prímiesou montmorillonitu, zatiaľ bez ekonomického významu, sa nachádza aj vo vnútorných kotlinách na strednom Slovensku a vo východoslovenskej panve.

Na základe sedimentologických a klimatologických kritérií sme stanovili tri fázy kaolinizácie. Prvou je predneogénna fáza, ktorá sa uplatňuje hlavne v južnej a v juhozápadnej časti Západných Karpát. Situujeme ju do predoligocénneho a oligocénneho obdobia. Jej vplyv sa na známych ložiskách pravdepodobne podstatnejšie neprejavil, ale ani ho nemožno vylúčiť. Najväčší význam pri tvorbe kaolínovej kôry zvetrávania mala fáza, ktorá prebiehala vo vrchnom miocéne na rozhraní sarmatu a panónu. Najvhodnejšie podmienky sa vytvorili predovšetkým vo vrchnom sarmate, keď na strednom a južnom Slovensku bola priaznivá klíma a vysoká koncentrácia CO_2 v atmosfére. Najmladšou je pliocénna fáza kaolinizácie, ktorá je obmedzená výlučne na oblasť Východoslovenskej nížiny. Jej produkty nemajú ekonomický význam.

Doručené 14. 8. 1975

Odporučil V. Radzo

LITERATÚRA

- Abonyi, A. — Očenáš, D. — Lukaj, M.: Záverečná správa z etapy vyhľadávacieho prieskumu Podrečany—Rimavská Baňa. Manuskript — archív Geofond, Bratislava, 93 s.
- Andrusov, D. 1949: Správa o výskume ložísk nerudných surovín na Slovensku v r. 1946 a rokoch predošlých. Práce Št. geol. úst., Zoš. 20 (Bratislava), s. 3—62.
- Andrusov, D. — Zorkovský, V. 1949: Správa o výskume ohňovzdorných ílov na Slovensku. Práce Štát. geol. úst., Zoš. 20 (Bratislava), s. 63—76.
- Andrusov, D. — Borza, K. — Martiny, E. — Pospíšil, A. 1958: O pôvode a vzniku tzv. terra rossy južného a stredného Slovenska. Geol. zbor. Slov. akad. vied, s. 27—39.
- Borza, K. — Martiny, E. 1964: Kôry zvetrávania, ložiská bauxitu a „terra rossa“ v slovenských Karpatoch. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 15, 1, s. 9—26.
- Borza, K. — Martiny, E. — Činčura, J. 1969: Herkunft der Roterden der südwestlichen Slowakei. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 20, 2, s. 351—359.
- Böhmer, M. — Gerthofferová, H. — Kraus, I. 1969: To the problems of alterations of Central Slovakian neovolcanites. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 20, 1, s. 47—64.
- Čícel, B. — Vass, D. 1964: Mineralogicko-chemické a geologické zhodnotenie terigénnej formácie na báze terciéru Ipeľskej kotliny. Geol. práce, Spr. 33 (Bratislava), s. 131—138.
- Dobra, E. — Kraus, I. 1972: Výskyt kaolínu v oblasti Vihorlatu. Mineralia slov., 4, 16, s. 315—319.
- Drnžíková, L. — Hurný, J. 1972: Dickit na hydrotermálnych žilách v severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Miner. slov., 4, 16, s. 309—314.

- Forgáč, J. 1965: Petrografia a geochemia premenených hornín v banskoštiavnic-kom a hodrušskom obvode. Manuskript — archív GÚDS, Bratislava.
- Fusán, O. 1971: Podložie stredoslovenských neovulkanitov. Zbor. geol. vied, rad ZK, 15, s. 56—66.
- Gašparík, J. 1970: Genéza piesčitých sedimentov v Turčianskej kotline a ich využitie. Geol. práce, Spr. 50 (Bratislava), s. 171—178.
- Hano, V. 1966: Projekt geologicko-prieskumných prác Horná Prievraná a Ipeľská dolina II, VP. Manuskript — archív GP, Spišská Nová Ves.
- Horváth, I. 1969: Kaolín Horná Prievraná. Výskum jeho chemického a mineralogického zloženia a technologických vlastností. Manuskript — archív GP, Spišská Nová Ves, 124 s.
- Keller, W. D. 1958: Argillation and direct bauxitization in terms of concentrations of hydrogen and metal cations on surface of hydrolyzing aluminium silicates. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 42, p. 233—243.
- Koděra, M. 1967: Mineralogicko-paragenetický a geochemický výskum Štiavnicko-hodružského obvodu. Manuskript. Archív Kat. min. PFUK, Bratislava. 157 s.
- Konta, J. 1957: Jílové minerály Československa. Praha. ČSAV. 319 s.
- Kraus, I. 1968: Mineralogical-genetical study of clay sediments of the Poltár formation (southern Slovakia). Geol. zbor. Slov. akad. vied, 19, 2, p. 389—406.
- Kraus, I. — Gerthofferová, H. — Križáni, I. — 1966: The occurrence of halloysite in deposits of the Poltár formation. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 17, 1, p. 117—130.
- Kraus, I. — Šamajová, E. 1970: Mineralogické zloženie a genéza ílových sedimentov v Handlovsko-nováckej pánve. Zbor. geol. vied, rad ZK, 13, s. 89—108.
- Kraus, I. — Horváth, I. — Šamajová, E. — Gerthofferová, H. 1972: Study of intercalation abilities of kaolinite group minerals. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 23, 2 (Bratislava), p. 281—295.
- Kraus, I. — Horváth, I. 1972: To the problem of „fire clay mineral“ Internat. Clay Conf., Kaolin Symposium Madrid, p. 3—15.
- Križáni, I. 1966: Geologické a mineralogicko-petrografické pomery ílov v Ipeľskej doline. Manuskript — archív Kat. nerastných surovín PFUK, Bratislava. 134 s.
- Kuthan, M. 1963: Tectonic deformation of the Central Slovakian neovolcanic region and relation between volcanism and tectonics. Geol. práce, Spr. 28 (Bratislava) p. 185—196.
- Kužvart, M. — Konta, J. 1968: Kaolin and laterite weathering crusts in Europe. Acta Univ. Car., Geol. 1, 2, Praha, p. 1—19.
- Kužvart, M. 1969: Faktory kaolinizácie. Čas. mineral. geol., 14, 1, s. 91—100.
- Kvitkovič, J. — Harman, M. 1962: Niekoľko poznámok o výskyte kôry zvetrávania a jej vzťahu k reliéfu v podloží sopečného oblúku Vihorlat—Popričný. Geografic. čas. Bratislava, s. 213—228.
- Loughnan, F. C. 1969: Chemical weathering of the silicate minerals. American Elsevier Publ. Comp., Inc. New York. 154 p.
- Marková, M. 1970: Mineralógia a petrografia argilitizovaných pyroklastík z okolia Levíc. Zbor. geol. vied, rad ZK, 13 (Bratislava), s. 89—108.
- Millot, G. 1984: Geologie des argiles. Masson et Cie, Paris. 499 p.
- Mišík, M. — Čícel, B. — Marková, M. 1958: Mineralogicko-petrografický rozbor a genéza pukaneckých ílov. Geol. práce, Zoš. 49 (Bratislava), s. 123—148.
- Mišík, M. — Čícel, B. — Marková, M. 1959: Mineralogicko-petrografický rozbor a genéza ílov pukaneckej lignitovej panvičky. Acta Univ. Carol., Geol. 1—2, Praha, s. 101—109.
- Nemějc, F. 1962: Paleofloristické výzkumy v hnedouholné oblasti modrokamenské. Geol. práce, Spr. 24 (Bratislava), s. 205—208.
- Novák, F. 1960: Závěrečná zpráva o geochemicko-mineralogickém výzkumu ložiska Mária baňa a okolí za rok 1958—1959. Manuskript — archív UNS, Kutná Hora.
- Ondrášík, R. 1970: Inžiniersko-geologický výskum v kôre zvetrávania na Slovensku. Závěrečná správa za roky 1968—1970. Manuskript — archív GÚ PFUK, Bratislava, 91 s.
- Planderová, E. 1962: Poznámky k vývoju flóry a ku klimatickým zmenám v neogéne na Slovensku. Geol. práce, Zoš. 63 (Bratislava), s. 147—156.
- Polášek, S. 1961: K otázke genézy ílovitých hornín pukaneckej hnedouhoľnej panvičky. Geol. zbor. Slov. akad. vied 12, 2, s. 191—200.

- Radzo, V. 1969: Hydromuskovit z Banskej Štiavnice a jeho vzťah k hydrotermálnym premenám vulkanických hornín. *Mineralia slov.*, 1, č. 3—4, s. 251—269.
- Radzo, V. 1972: Štúdium hydrotermálnych premien hornín v oblasti rudných žíl Banská Hodruša. *Geol. práce, Spr.* 59 (Bratislava), s. 39—68.
- Seneš, J. 1960: Základné črty paleogénu Podunajskej nížiny. *Geol. práce, Zoš.* 59 (Bratislava), s. 3—45.
- Sitár, V. 1970: Fosílna flóra sarmatských sedimentov v okolí Močiara na Strednom Slovensku. Manuskript — archív Katedry geológie a paleontológie, Bratislava, 165 s.
- Slávik, J. 1962: Geológia a genéza niektorých ložísk pelitov v neogéne východného Slovenska. *Geol. práce, Zoš.* 63 (Bratislava), s. 221—232.
- Slávik, J. — Cverčko, J. — Rudinec, R. 1968: Geology of neogene volcanism in East Slovakia. *Geol. práce, Spr.* 44—45 (Bratislava), s. 215—239.
- Strachov, N. M. 1969: Osnovy teorii litogeneza, tom II. Moskva. Izd. AN SSSR. 373 s.
- Sindelař, J. 1974: Kaolinitový jílovec („flint clay“) z cenomanu u Vyšehořovic (Čechy). Sixth Conference on Clay Mineralogy and Petrology, Praha 1973, s. 245—252.
- Urban, K. 1970: Predbežný prieskum keramických surovín. Horná Prievrana. Manuskript — archív GP, Spišská Nová Ves.
- Varjú, G. 1959: A. romhány — rög terülsten lévő (Bánk-Pétenyi) túzáladayay — előfordulás. *Az All. Földt. Int. — Évi Jelent.* 1955—1956, Budapest.
- Zúrek, V. 1958: Podrobný prieskum halloysitu Biela Hora pri Michalovciach. Manuskript — archív GP, Spišská Nová Ves.

GENETIC CLASSIFICATION AND AGE OF THE DEPOSITS OF THE KAOLINITE-GROUP MINERALS IN THE WEST CARPATHIANS

IVAN KRAUS — VLADIMÍR HANO

On the basis of a detailed mineralogical-lithological study, geological position and technological properties of the products of kaolinization, the first proposal of a genetic classification of deposits of the kaolinite-group minerals in the West Carpathians (table 1) has been worked out. We speak intentionally about deposits of the kaolinite-group minerals, because in the West Carpathians the products of the kaolinization processes consist, in addition to kaolinite, also of halloysite and the fire-clay mineral as an essential or accessory component. The term fire-clay is applied to the mineral of the kaolinite group, which has a disordered structure, does not intercalate with the K-acetate and hydrasine, and is characterized by isomorphous substitution in octahedral or tetrahedral coordination.

Three genetic types of deposits of the kaolinite-group minerals have been differentiated, which at the same time display a series of specific technological properties. The residual deposits, which are the most significant and perspective, have been grouped into two sub-types. The first type includes the products of kaolinization of metamorphics and acid intrusives of pre-Middle Triassic age, which consist of kaolinite with admixture of the clay micas. The most prospective region of covered residual kaolin deposits in the West Carpathians is the contact of the crystalline and/or of the Envelope unit of the Veporides and the Palaeozoic of the Gemerides with the Pliocene fresh-water sediments of the Póltár and Košice formations. The deposits at Horná Prievrana

- I. Primary deposits
 - A. Residual deposits
 - 1. Products of kaolinization of acid metamorphic and intrusive rocks of pre-Middle Triassic age.
 - 2. Products of kaolinization of neovolcanic complexes.
 - B. Hydrothermal deposits
 - 1. Products of hydrothermal alteration of neovolcanic complexes.
- II. Secondary deposits: — C. Sedimentary deposits
 - 1. Kaolinitic sands and clays of Pliocene age.

and Zlámanec in the Lučenecká kotlina basin belong to this first sub-type. The second sub-type comprises products of kaolinization of volcanic complexes. Of the clay minerals, especially halloysite and the fire-clay mineral are present, sometimes with admixture of allophane and cristobalite. The halloysite deposit at Michalovce—Biela Hora, the kaolin and kaolinitic clays near Pukanec as well as small so far economically insignificant occurrences in the region of the Central Slovakian and East Slovakian neovolcanic rocks are ranged to this sub-type. The deposits of minerals from the kaolinite group associated with andesite volcanism commonly have an increased content of the colouring oxides and therefore unfavourable technological properties.

The origin of the kaoline deposits of hydrothermal origin in the West Carpathians has so far not been satisfactorily solved. Economically significant concentrations of the clay minerals from the kaolinite group of demonstrably hydrothermal origin have as yet not been proved in the West Carpathians. Only in the recent years during prospecting in the southwestern periphery of the Kremnické pohorie Mts. (localities at Podháj and Jelšovský potok—North) has the possibility of hydrothermal kaolinization been also discussed. On the basis of the present knowledge it is assumed that more significant occurrences of kaolinization of hydrothermal origin may be expected especially in the neovolcanic regions.

Likewise in the sedimentary deposits two lithological-genetic sub-types have been differentiated. Kaolinitic sands represent products of the upper parts of the weathered crusts which are redeposited commonly over a very short distance. They may indicate the presence of covered kaoline weathering crusts and the general character of supergene processes in the region concerned. They occur especially in the central part of the Lučenecká kotlina basin (fig. 1) and in the southwestern part of the Košická and Turčianska kotlina basin.

In the West Carpathians kaolinitic clays occur in shallow drainage lakes and swamps of dominantly Pliocene age. Their mineralogical composition and technological properties are in particular determined by the character of the parent rocks in the original source areas. The best clays, prevalently of the kaolinitic type, originate on weathering of acid intrusive and metamorphic

rocks of pre-Middle Triassic age. As a result of weathering of volcanogenic complexes, clays with an increased halloysite or montmorillonite content are commonly formed. Weathering of rocks of the Flysch provenience and of Mesozoic complexes yields clays of the polymineral type. The most significant deposits of refractory and ceramic raw materials in the West Carpathians occur in the Poltár formation. Kaolinitic clays with a varied admixture of montmorillonite, so far without economic significance, also occur in the interior basins in Central Slovakia and in the East Slovakian Basin.

On the basis of sedimentological and climatological criteria, three chronological phases of kaolinization have been determined:

(a) The pre-Neogene phase manifest mainly in the southern and southwestern part of the West Carpathians. It represents the fading out of lateritic weathering in the Upper Cretaceous and the Palaeogene. This phase is ranged to the pre-Oligocene and Oligocene period. Presumably, it did not significantly affect the known deposits (Horná Prievrana, Zlámanec), but neither can its share be completely ruled out.

b) The phase which took place in the Upper Miocene at the Sarmatian/Pannonian boundary played the most significant part in the formation of kaolinitic weathering crusts. The most advantageous conditions were especially in the Upper Sarmatian, when in Central and Southern Slovakia the climate and the high concentration of CO_2 in the atmosphere were most favourable. Chronologically, this phase can be relatively safely assigned also on the basis of sedimentological criteria. The lower boundary is indicated by kaolinitic weathering crusts which originated in the regions of Central Slovakian and East Slovakian neovolcanic rocks on andesites and rhyolites of Badenian to Middle Sarmatian age. The upper boundary of the Upper Miocene kaolinization phase is unambiguously represented by Pliocene kaolinitic clays and sands of the Poltár formation in the Lučenecká kotlina basin. They always overlie here residual kaolin deposits (fig. 1) and they provide an unquestionable proof of intensive supergene processes in the pre-Pliocene period.

c) The Pliocene phase of kaolinization is confined to the East Slovakian Basin. The products of decomposition are economically insignificant and they are characterized by a low chemical maturity and high Fe_2O_3 and TiO_2 contents. This is connected with the less favourable climatic conditions and a short time-interval during which the weathering crusts in this period originated. The fire-clay mineral, sporadically with admixture of halloysite participates in their composition. These products demonstrate that despite the general cooling up there existed in this region conditions for kaolinization in a period, when in Central Europe on the basis of the existing knowledge kaolinitic weathering has been considered improbable.

Preložila E. Česáňková