

Závislosť elektrických vlastností pyritu z ložiska Rudňany od chemického zloženia

ONDREJ ĎURŽA

Katedra geochémie a mineralógie PFUK, Paulínyho 1, 911 02 Bratislava

(2 obr. a 2 tab. v texte)

Doručené 25. 2. 1983

Зависимость электрических свойств пирита от его химического состава на месторождении Рудняны

Результаты изучения химических и физических свойств пиритов месторождения Рудняны позволили разделить пириты этого месторождения на две генерации на основании различия химических и физических свойств. Младшая генерация, т. е. период киновари имеет удельное электрическое сопротивление (105,5 ом. мм), коэффициент термоэлектродвижущей силы (+279,9 $\mu\text{V}/\text{deg}$) выше, и ниже коэффициент направления (74), чем период старше (16,7 ом. мм, +116,2 $\mu\text{V}/\text{deg}$, или 527). Это способствует низкое содержание элементов кобальта, никля, железа и больше содержание серы в младшем периоде чем в периоде старшем, т. е., что отношение сера/железо больше а термоэлектродвижущая сила зависит особенно на отношении сера/железо (прямопропорционально), а удельное электрическое сопротивление, или же коэффициент направления на содержании кобальта и никля непрямо пропорционально или же прямопропорционально на отношении.

Relations between electric properties of pyrite and its chemical composition from the Rudňany deposit

Based on data of chemical and physical properties, the pyrite grains investigated may be subdivided into two groups. The younger pyrite associating with cinnabar reveals higher specific electrical resistance (105.5 Ω mm) and higher value of the thermoelectric strain coefficient (+279.9 $\mu\text{V} \cdot \text{deg}^{-1}$) together with lower rectification coefficient (74) whereas the respective values in pyrite of an older association are 16.7 Ω mm, +116.2 $\mu\text{V} \cdot \text{deg}^{-1}$ and 527, respectively. Such differences are caused by lower Co, Ni, Fe and higher sulphur content of the younger pyrite. Therefore also the S/Fe ratio, inducing higher value of the thermoelectric strain coefficient, is higher. To the contrary, the specific electrical resistance and the value of the rectification coefficient are depending on the contents of cobalt and nickel.

V ostatnom období vznikli práce o využívaní elektrických vlastností rudných minerálov pri riešení dôležitých genetických a metalogenetických úloh, ako aj pri vyhľadávaní rudných ložísk (Đurža, 1978, 1980a, b, 1981a, b; Đurža — Đuđa, 1981; Đurža — Chovan, 1981). Meranie elektrických vlastností dáva možnosť na fyzikálnom základe získať nový faktický materiál o podmienkach vzniku rudných minerálov.

Sideritovo-barytovo-sulfidické žily v okolí Rudnianskej reprezentuje žila Droždiak, Hrubá a Zlatník. Žila Droždiak vystupuje v horninách permu a vrchného karbónu. Je približne 7 km dlhá a jej vertikálny rozsah je 900 m. Priemerná mocnosť je približne 6 m a dosahuje až 40 m. Väčšiu mocnosť má najmä vo vyšších úrovniach. Centrálna časť žily je dlhá približne 3 km, na V ju ohraničuje šachta Jozef a na Z šachta Mier. Žila má priebeh V—Z a je uložená vertikálne, príp. strmo uklonená na J. Hrubá žila vystupuje na S od žily Droždiak. Jej celková dĺžka je 1,6 km a priemerná mocnosť 3 m. Žila Zlatník je najsevernejšou žilou rudnianskeho systému smeru S—V. Jej dĺžka je 1,3 km.

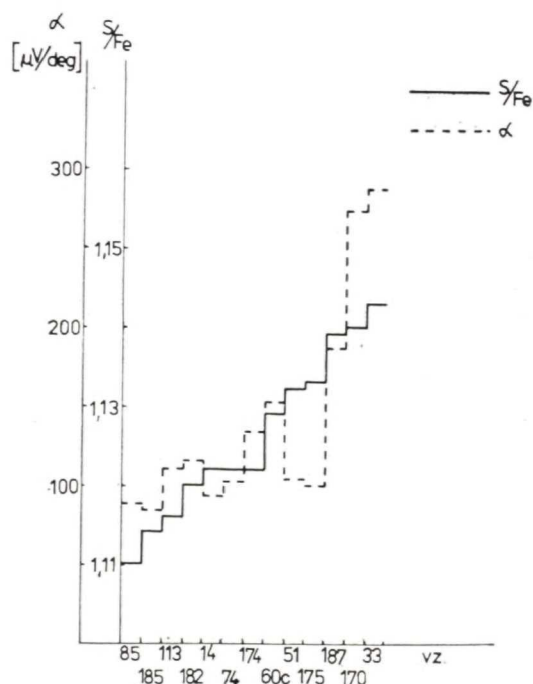
Hĺbkový vývoj hlavných rudnianskych tektonických štruktúr je kontinuálny, pričom pre žilu Droždiak je typické postupné ponáranie sa západným smerom do hĺbky a vyklíňovanie vo vrchných fylitických častiach rakoveckého vývoja staršieho paleozoika, príp. v spodných častiach karbónu. Zatiaľ čo vo východnej časti žila vyklíňuje pod 16. obzorom (okolo 150 m n. m.), v západnej časti, kde je báza karbónu hlbšie, je mineralizácia dokázaná v dvoch podložných žilách, ktoré súvisia s vetvením žily Droždiak v hĺbke okolo 0—100 m n. m.

Postavenie pyritu v ložisku

Pyrit je po tetraedrite a chalkopyrite tretím najhojnejším sulfidickým minerálom

ložíška. Priestorovo je veľmi rozšírený, ale v porovnaní s tetraedritom a chalkopyritom nie je tak výrazne koncentrovaný. Vyskytuje sa v niekoľkých generáciách v úzkej paragenéze so sulfidmi, najmä s chalkopyritom. Zrná sú často kataklázované, zatláčané mladšími sulfidmi a ostávajú z nich iba relikty.

Pyrit vystupuje rozptýlený v horninách s fuchsitom, v siderite, kremeni, a najmä v paragenéze so sulfidmi. Pravdepodobne najstaršou generáciou sú idiomorfne, spravidla kubické kryštáliky (do 2 mm veľké) rozptýlené v horninách s fuchsitom. Mladší pyrit vystupuje v úzkej paragenéze so sulfidmi a zatláča a pretína minerály star-



Obr. 1. Závislosť koeficienta termoelektrického napätia pyritov z ložíška Rudňany od pomeru S/Fe

Fig. 1. Relation between thermoelectric power coefficient and the S/Fe ratio in pyrite from the Rudňany deposit

ších etáp mineralizácie, ako je siderit a baryt.

Podľa pozorovania textúr žilnej výplne a výsledkov rudnej mikroskopie zistil I. Rojkovič (1977) nasledujúce periódy mineralizácie (od najstaršej): 1. fuchsitová, 2. sideritovo-barytová, 3. kremeňovo-turmalínová, 4. sulfidická a, b a rumelková.

Výsledky experimentálneho štúdia a ich interpretácia

Zmena chemického zloženia pyritu vedie k zmene jeho fyzikálnych vlastností. Napríklad p-typ kryštálu môže byť v pyrite chudobnom na železo. Pomer železa a síry v značnej miere vplýva na hodnoty koeficienta termoelektrického napätia (α) (obr. 1). Z korelačnej matice (tab. 1) možno vyčítať, že korelačný koeficient $r_{\alpha/(S/Fe)} = +0,75$. Z toho vychodí, že zvyšovanie obsahu síry v pyrite vedie k zvyšovaniu kladných hodnôt termoelektrického napätia (DTEN) a zvyšovanie obsahu železa naopak znižuje kladné hodnoty DTEN.

Podobný vplyv ako železo majú aj prímеси Ni a Co. Ich vplyv sa prejavuje výraznejšie, ak sa uvažuje ich súčet (obr. 2). Tento vzťah možno vyjadriť aj korelačným koeficientom $r_{\alpha/(Co + Ni)} = -0,57$.

ficientom $r_{\alpha/(Co + Ni)} = -0,57$.

Podobné závislosti platia aj pre merný elektrický odpor. So zvyšovaním obsahu Co, Ni a znižovaním pomeru S/Fe merný elektrický odpor klesá. Vidieť to aj z korelačných koeficientov $r_{\rho/(Co + Ni)} = -0,55$, resp. $r_{\rho/(S/Fe)} = +0,39$.

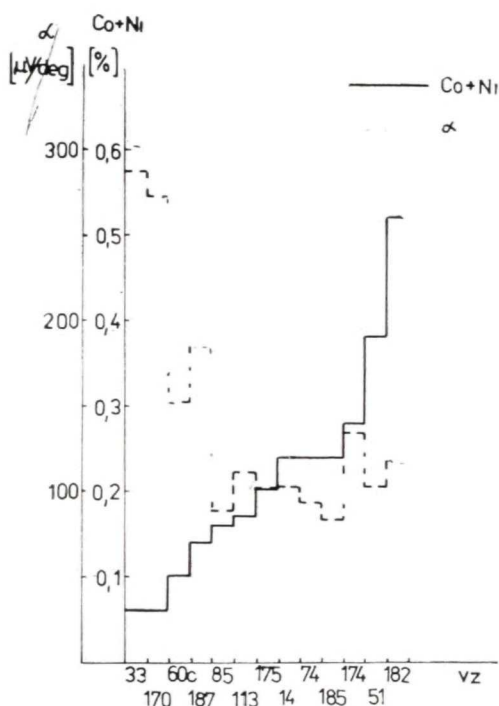
Efekt usmernenia vzniká na hranici polovodičov rozličného typu v oblasti p-n priechodov. Preto je prirodzené predpokladať, že vo vzorkách pyritu, ktorý má usmerňovací efekt, sú tiež prechodové hranice. Tak v pyrite dierového typu môžu vzniknúť na kontaktoch s donorm. Ako potvrdenie predloženého predpokladu o určujúcej úlohe mikroprímеси minerálov na vznik usmerňovacieho efektu v pyrite môže slúžiť existencia priamej závislosti medzi koeficientom usmernenia a obsahom Co i Ni ($r_{D/(Co + Ni)} = 0,74$). Na rozdiel od koeficienta DTEN je vplyv pomeru S/Fe oveľa nižší ($r_{D/(S/Fe)} = -0,39$).

Podľa uvedenej klasifikácie možno merané vzorky rozdeliť do dvoch generácií: sulfidickej typu a a rumelkovej. Tieto dve generácie sa odlišujú nielen chemickým zložením, ale aj fyzikálnymi vlastnosťami (tab. 2). Staršia, sulfidická perióda typu a obsahuje viac Ni aj Co a pomer S/Fe je nižší ako pri mladšej rumelkovej. Tieto rozdiely v chemickom zložení sa nevyhnutne prejavujú aj na ich fyzikálnych

Korelačná matica pyritov z ložiska Rudňany
Correlation matrix of values for pyrite in the Rudňany deposit

Tab. 1

	Ni	Co	Ni + Co	Fe	S	S/Fe	ρ	D	α
Ni	1,00								
Co	-0,33	1,00							
Ni + Co	0,34	0,77	1,00						
Fe	-0,11	0,41	0,34	1,00					
S	-0,14	0,18	0,09	0,89	1,00				
S/Fe	-0,07	-0,30	-0,44	-0,73	0,85	1,00			
ρ	-0,37	-0,36	-0,55	-0,13	0,19	0,39	1,00		
D	-0,14	0,83	0,74	0,23	0,29	-0,39	-0,41	1,00	
α	-0,37	-0,32	-0,57	-0,02	0,35	0,75	0,83	-0,54	1,00



vlastnostiach. Mladšia, rumelková perióda má vyšší merný a elektrický odpor, koeficient termoelektrického napätia a nižší koeficient usmernenia ako staršia perióda (tab. 2). Je to spôsobené tým, že pyrit z mladšej periódy obsahuje menej Co, Ni, Fe a viac S ako zo staršej, t. j. je väčší podiel S/Fe.

Záver

1. Merania elektrických vlastností (termoelektrického napätia, merného elektrického odporu a koeficienta usmernenia) potvrdili predpoklad, že sa rozličné podmien-

Obr. 2. Závislosť koeficienta termoelektrického napätia pyritov z ložiska Rudňany od obsahu Co + Ni

Fig. 2. Relation between thermoelectric strain coefficient and the Co + Ni content in pyrite from the Rudňany deposit

Obsah niektorých prvkov a elektrické charakteristiky pyritu z ložiska Rudňany
Contents of elements and electrical characteristics of pyrite from the Rudňany deposit

Tab. 2

Č. vz.	Ni %	Co %	Fe %	S %	S/Fe	ρ Ωmm	D 10^{-4}	α $\mu\text{V/deg}$	Poznámka
R- 14	0,10	0,14	45,50	51,05	1,122	2,1	835	102,6	staršia perióda
R- 33	0,02	0,04	44,95	51,38	1,143	66,0	56	287,0	mladšia perióda
R- 51	0,33	0,05	45,38	51,35	1,132	6,4	525	104,6	staršia perióda
R- 60c	0,08	0,02	45,53	51,42	1,129	111,1	138	152,7	staršia perióda
R- 74	0,08	0,16	45,69	51,37	1,122	1,6	632	94,6	staršia perióda
R- 85	0,09	0,07	44,49	49,37	1,110	12,5	1110	88,4	staršia perióda
R-113	0,07	0,10	43,78	48,86	1,116	34,6	639	110,9	staršia perióda
R-170	0,02	0,04	45,20	51,51	1,140	145,0	92	272,8	mladšia perióda
R-174	0,20	0,08	44,63	50,08	1,122	0,7	216	134,4	staršia perióda
R-175	0,05	0,15	45,08	50,08	1,133	1,8	255	100,3	staršia perióda
R-182	0,00	0,52	46,23	51,79	1,120	0,5	1985	118,7	staršia perióda
R-185	0,10	0,14	46,12	51,38	1,114	4,5	842	84,1	staršia perióda
R-187	0,07	0,07	46,22	51,08	1,139	8,0	121	186,8	staršia perióda
sulf. per. typu a	0,10	0,14	45,33	50,95	1,124	16,7	527	116,2	staršia perióda
rumel- ková per.	0,02	0,04	45,08	51,45	1,142	105,5	74	279,9	mladšia perióda

ky vzniku minerálov odrážajú aj v ich rozličných vlastnostiach.

2. Termoelektrické napätie závisí od pomeru S/Fe (priamoúmerne) a od obsahu Co a Ni (nepriamoúmerne).

3. Merný elektrický odpor závisí od pomeru S/Fe (priamoúmerne) a od obsahu Co a Ni (nepriamoúmerne).

4. Koeficient usmernenia závisí od pomeru S/Fe (nepriamoúmerne) a od obsahu Co a Ni (priamoúmerne).

5. Na základe chemických a fyzikálnych vlastností možno merané pyrity rozdeliť do dvoch generácií.

Recenzoval J. Hurný

LITERATÚRA

Ďurža, O. 1978: Štúdium elektrických vlastností rudných minerálov. *Manuskript*

— GÚ SAV Bratislava. 67 s.

Ďurža, O. 1980a: Elektrické vlastnosti rudných minerálov. *Manuskript* — GÚ PFUK Bratislava. 115 s.

Ďurža, O. 1980b: Štúdium elektrických vlastností pyritov. In: *Záverečná správa čiastkovej úlohy II-4-6/2. Manuskript* — GÚ PFUK Bratislava, s. 96—136.

Ďurža, O. 1981a: Elektrické vlastnosti niektorých sulfidických minerálov v závislosti na ich chemizme. *Manuskript* — Geofond Bratislava. 111 s.

Ďurža, O. 1981b: Závislosť termoelektrického napätia tetraedritu ložiska Rudňany od chemického zloženia. *Mineralia slov.*, 13, s. 569—570.

Ďurža, O. — Ďuďa, — R. 1981: Termoelektrické napätie pyritu z ložiska Zlatá Baňa. *Mineralia slov.*, 13, s. 443—449.

Ďurža, O. — Chovan, M. 1981: Termoelektrické napätie pyritu z ložiska Dúbrava. *Mineralia slov.*, 13, s. 185—190.

Gajdoš, V. — Ďurža, O. 1981: Elektrické charakteristiky rudných minerálov. *Mineralia slov.*, 13, s. 263—268.

Rojkovič, I. 1977: Mineralogicko-geochemické štúdium opaktných minerálov. *Manuskript* — GÚ SAV Bratislava. 232 s.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Otto Horský: **Zkušenosti z inženýrsko-geologického průzkumu na Kubě** (Bratislava 19. 5. 1983)

Zatímco v predrevoluční Kubě byla vybudována jen jedna větší přehrada, po vítězství revoluce se velmi rychle rozvíjí projekce přehrad a s tím spojený inženýrsko-geologický průzkum. V krátké době dvaceti let bylo vybudováno více než 20 přehrad a další desítky jsou buď projektovány, nebo ve výstavbě. Protože v tomto směru kubáňští odborníci neměli prakticky žádné odborné zkušenosti, je tento bouřlivý rozvoj přehradního stavitedství na Kubě výjimečným příkladem internacionální pomoci, poskytované dalšími socialistickými zeměmi.

Inženýrsko-geologické podmínky výstavby přehrad na Kubě jsou ve srovnání s našimi zcela odlišné. Stačí si uvědomit, že se zde nacházíme v podmínkách tropického klimatu, s vysokou teplotou a vlhkostí a kyselostí pro-

středí, což má za následek intenzivní zvětrávací procesy do značné hloubky a rychlou a hlubokou erozi sedimentů a zvětralin v období přívalových dešťů, obzvláště během částých cyklónů. Faktory bioklimatické zde tedy patří k jednomu z nejvýznamnějších při ztvárňování charakteru zemského povrchu a významně ovlivňují rozvoj fyzikálně-geologických procesů (sesuvů, eroze).

Další odlišností je častý výskyt mladých mořských sedimentů, zejména v příbřežních oblastech. Během neogénu a kvartéru došlo několikrát opakovaně k mořské transgresi a regresi a k sedimentaci hlavně vápencových komplexů. Asi 80 % území Kubě je pokryto vápenci, které v příhodných podmínkách lze charakterizovat intenzivním zkrasovněním. V roce 1971 27 % vodních staveb bylo realizováno ve zkrasovělých vápencích, dnes předpokládám, že minimálně 50 % vodních staveb se potýkalo s touto problematikou. Často řešenou problematikou je proto nejen