

PAXIT —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ , NOVÝ ARSENIID MĚDI Z ČERNÉHO DOLU  
V KRKONOŠÍCH

ПАКСИТ —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ , НОВЫЙ АРСЕНИД МЕДИ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРНЫЙ  
ДУЛ В КРКОНОШАХ

PAXITE —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ , A NEW COPPER ARSENIDE FROM ČERNÝ DŮL IN THE  
GIANT MTS. (KRKONOŠE)

ZDENĚK JOHAN

*Výtah:* Paxit —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$  — byl nalezen v asociaci s ryzím arsenem, arsenolampritem, ryzím stříbrem, löllingitem, nikelinem, skutteruditem, koutekitem, novákitem, chalkosinem, bornitem, chalkopyritem, tiemannitem, clausthalitem, uraninem a fluoritem v Černém Dole v Krkonoších. Všechny uvedené nerosty tvoří vtroušeniny v kalcitové žilovině. Na čerstvém lomu má paxit ocelově šedou barvu; nerost je dokonale štěpný v jednom směru. Tvrdost 3,5—4. Hustota (po odečtení ryzího arsenu) 5,3. Odrazová mohutnost paxitu je nepatrně nižší než odrazová mohutnost ryzího arsenu. Vnitřní reflexy a bireflexe nebyly zjištěny. Paxit je velmi silně anisotropní. Mezi zkříženými nikoly je patrné lamelování v jednom směru. Diagnostické leptání:  $\text{HNO}_3$  1 : 1 posit.,  $\text{HCl}$  1 : 1 negat.,  $\text{FeCl}_3$  20% posit. (negat.),  $\text{HgCl}_2$  5% negat.,  $\text{KOH}$  40% negat. Paxit je rombičkový:  $a_0 = 12,84$ ;  $b_0 = 11,50$ ;  $c_0 = 7,654 \text{ \AA}$ ;  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,116 : 1 : 0,6655$ .  $Z = 10$ , mřížka obsahuje  $\text{Cu}_{20}\text{As}_{30}$ . Teoretická hustota 5,14. Charakteristický komplex linií práškového diagramu: 8—3, 633; 10—3, 164; 7—2,772; 7—2,618; 7—1,795; 7—1,202 Å. Název nerostu je odvozen od latinského pax — mír. Dokladový materiál paxitu je uložen ve sbírkách mineralogického ústavu University Karlovy v Praze.

### 1. ÚVOD

Paxit —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$  je po koutekitu a novákitem (Z. JOHAN, J. HAK 1959, Z. JOHAN 1960) dalším novým arsenidem mědi v mineralogickém systému, který byl nalezen v Černém Dole v Krkonoších. V práci o koutekitu (Z. JOHAN 1960) je tento nerost označen jako minerál X. Název nového nerostu paxit je odvozen od latinského pax — mír.

Paxit byl zjištěn v haldovém materiálu pocházejícím z opuštěných důlních prací, které leží u usedlosti Berghaus, 3,5 km severním směrem od obce Černý Důl v údolí Stříbrného potoka. Vedle paxitu byly na tomto ložisku zatím identifikovány následující minerály: ryzí arsen, arsenolamprit, ryzí stříbro, löllingit, nikelin, skutterudit, koutekit, novákitem, chalkosin, bornit, chalkopyrit, tiemannit, clausthalit, uranin a fluorit. Všechny rudní nerosty spolu intimně srůstají a tato komplexní ruda tvoří lokální vtroušeniny v karbonátové žilovině.

Karbonátové žíly s jmenovaným zrudněním jsou uloženy v muskovitických svorech a erlánech regionálně metamorfního původu. Oba tyto typy hornin do sebe pozvolna přecházejí. Muskovitické svory jsou v některých partiích gra-

nátické. V nejbližším okolí ložiska jsou v muskovitických svorech přítomna konkordantně uložená ortorulová tělesa. Generální směr krystalinika v okolí ložiska je h 6—8. Sklony se vlivem intenzivního provrásnění rychle mění. Jako celek má krystalinikum v těchto místech antiklinální uložení. Směr osy tohoto antiklinoria souhlasí přibližně s generálním směrem krystalinika (h 6—8). Směr karbonátových žil je h 24. Výplň tvoří karbonáty odpovídající svým chemismem kalcitu; některé s malou manganatou příměsí. Přínos karbonátů probíhal v několika periodách oddělených tektonickými pohyby na žíle. Přínosově starší karbonáty obsahují větší množství jemně dispergovaného hematitu. Po vyloučení rudních nerostů došlo k přínosu mladšího karbonátu, který uvedeně minerály intenzivně metasomaticky zatlačuje. Nezávisle na karbonátových žilách s výše uvedeným zrudněním byl v tektonicky porušených partiích erlánů zjištěn výskyt Pb-Zn sulfidů (galenit, sfalerit, chalkopyrit, pyrhotin, pyrit).

## II. FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PAXITU

Na čerstvém lomu má paxit světle ocelově šedou barvu. Vlivem oxydace vzdušným kyslíkem dochází k rychlému tmavnutí až zčernání lomných ploch. Leptání vzduchem je intenzivní zvláště u srůstu paxitu s ryzím arsenem, kde je vedle nového nerostu nositelem leptání také ryzí arsen. Lesk na čerstvém lomu je kovový, vryp černý.

Paxit vykazuje dokonalou štěpnost v jednom směru. Existenci štěpnosti u paxitu bylo možno předpokládat již při studiu srůstu paxitu s ryzím arsenem (struktura rozpadu gelu — viz dále.) U těchto agregátů nebylo totiž pozorováno přerušování kontinuity štěpných ploch, které by muselo nastat, kdyby nový minerál nevykazoval štěpnost [ryzí arsen je štěpný podle (0001) a (1014)]; současně však kontinuita štěpnosti agregátů ryzího arsenu + paxitu předpokládá při existenci štěpnosti u paxitu takovou orientaci zrn nového minerálu, aby směr jeho štěpnosti byl paralelní se směrem štěpnosti arsenu. Přednostní orientace paxitu byla v nábrusech skutečně zjištěna. Štěpnost paxitu byla dále pozorována mikroskopicky v nábrusech, kde se po krátkém naleptání paxitu  $\text{FeCl}_3$  20 % objevily štěpné trhliny v jednom směru.

Tvrdoost: 3,5—4 (podle Mohse). Tvrdoost byla měřena na srůstu paxitu s koutekitem.

Hustota: Stanovení hustoty bylo provedeno pyknometrickou metodou na srůstu ryzího arsenu + paxitu. Ke stanovení byly použity vzorky podrobené planimetrické analýze. Z několika měření byla pro srůst ryzí arsen + paxit (50,7 % váh. paxitu) získána průměrná hodnota 5,5. Po odečtení ryzího arsenu ( $h = 5,704$ ) vychází pro paxit hustota 5,3. Pro malé množství materiálu (návážka se při jednotlivých stanoveních pohybovala okolo 0,1 g) je třeba považovat získanou hodnotu za ne zcela přesnou.

V odraženém světle (nábruse) má paxit bílou barvu, která je při srovnání

s ryzím arsenem odstín. V olejové odrazové mohu olejové imerze a rovány ani v ole

Paxit je velmi k anizotropii an mění podle opti šedá — tmavě h je zřetelně vidit vají při průběhu rech nebyla poz u jednotlivých : průběh lamel (o

Leštitelnost p Diagnostické l (1940). Doba lej

$\text{HNO}_3$  1 : 1 po

$\text{HCl}$  1 : 1 ne

$\text{FeCl}_3$  20 % po

$\text{HgCl}_2$  5 % ne

$\text{KOH}$  40 % ne

K odlišení paz na rozdíl od pax

Spektrální ana pro kvantitativně měru 1 : 1). An v Praze za těchto 0,004 mm, vzdá odhadem roztríd

h svorech přítomna krystalinika v okolí ní rychle mění. Jako ení. Směr osy tohoto ystalinika (h 6—8). povídající svým che- činos karbonátů pro- py na žíle. Přínosově aného hematitu. Po nátu, který uvedené na karbonátových ných partiích erlánů it, pyrotin, pyrit).

u. Vlivem oxydace áání lomných ploch. zím arsenem, kde je k na čerstvém lomu

Existenci štěpnosti itu s ryzím arsenem ebylo totiž pozoro- nastat, kdyby nový 001) a (1014)]; sou- paxitu předpoklád ávého minerálu, aby u. Přednostní orien- axitu byla dále po- n naleptání paxitu

rickou metodou na vzorky podrobené ryzí arsen + paxit čtení ryzího arsenu ství materiálu (na- g) je třeba považo- rá je při srovnání

s ryzím arsenem zřetelně více šedá. Novákit má vůči paxitu zřetelný krémový odstín. V olejové imerzi je barva paxitu oproti ryzímu arsenu tmavěji šedá s odstínem do zelena. Odrazová mohutnost paxitu je jen nepatrně nižší než odrazová mohutnost ryzího arsenu. V intimním srůstu nelze téměř bez použití olejové imerze arsen od paxitu odlišit. Bireflexe a vnitřní reflexy nebyly pozorovány ani v olejové imerzi.

Paxit je velmi silně anizotropní. Intenzitu anizotropie je možno přirovnat k anizotropii antimonitu. Anizotropie se vyznačuje pestrými barvami, které se mění podle optické orientace řezu. V krajních polohách převládá světlá zeleno-šedá — tmavě hnědá s výrazným odstínem do fialova. Mezi zkříženými nikoly je zřetelně viditelné lamelování v jednom směru. Jednotlivé lamely zachovávají při průběhu zrnem stále stejnou tloušťku. Přítomnost lamel ve dvou směrech nebyla pozorována. U srůstu paxitu s arsenem (rozpad gelu) je možno u jednotlivých zrn paxitu konstatovat paralelní průběh lamel. Vliv tlaku na průběh lamel (ohnutí, případně dislokace lamel) nebyl zjištěn.

Leštitelnost paxitu je vzhledem k jeho poměrně nízké tvrdosti dobrá.

Diagnostické leptání: Bylo použito leptadel uvedených v práci M. N. SHORTA (1940). Doba leptání jedna minuta.

$\text{HNO}_3$  1 : 1 pozit.

Nerost získává po leptání pestré barvy; při leptání delším než jedna minuta černá.

HCl 1 : 1 negat.

$\text{FeCl}_3$  20 % pozit. (negat.)

Při srůstu paxitu s koutekitem nedochází během leptací doby k naleptání paxitu. U struktury rozpadu ( $\text{Cu}_2\text{As}_3 + \text{As}$ ) je leptací test pozitivní. Paxit postupně šedne — zčásti se objevuje lamelování a štěpné trhliny.

$\text{HgCl}_2$  5 % negat.

KOH 40 % negat.

K odlišení paxitu od novákitu je možno užít leptání s HCl 1 : 1, novákit se na rozdíl od paxitu kyselinou solnou leptá.

### III. SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA

Spektrální analýza byla provedena z části materiálu, kterého bylo použito pro kvantitativně chemické stanovení mědi (srůst paxitu s ryzím arsenem v poměru 1 : 1). Analýzu provedl inž. K. Absolon v Ústavu pro výzkum rud v Praze za těchto podmínek: spektrograf Zeiss Q 24, stř. oblouk 6 A, štěrbina 0,004 mm, vzdálenost elektrod 3 mm, expozice 60 sec. Zjištěné prvky byly odhadem roztríděny do uvedených koncentračních rozmezí.

>10 %	Cu, As
1 %	—
1 %—0,1 %	Ca, Sb
0,1 %—0,01 %	Si, Na, Be, (Ag, Mg)
< 0,01 %	Fe, Al, Sr, Ti, Hg (Bi, Pb, Mn, Co, Ni)

Analýza prokázala, že podstatnými složkami nového nerostu jsou měď a arsen. Část As a Sb patří ryzímu arsenu. Je velmi pravděpodobné, že antimon je zčásti také přítomen v mřížce paxitu. Z dalších elementů je forma izomorfní přítomnosti pravděpodobná u stříbra. Heterogenním příměsem nerudných složek lze přiřadit Ca, Si, Na, Be, Mg, Al, Sr a Mn.

#### IV. KVANTITATIVNÍ CHEMICKÁ ANALÝZA

Z výsledku spektrální analýzy paxitu je zřejmé, že v chemickém vzorci nerostu se uplatňuje pouze měď a arsen, tedy že nový nerost je arsenidem mědi.

Materiál nalezený v Černém Dole je takového charakteru, že nebylo možno získat dostatečné množství čistého paxitu pro provedení kvantitativní chemické analýzy. Obtížnost získání materiálu vhodného pro analýzu nespočívá pouze v intimním prorůstání paxitu a jinými nerosty, ale také v tom, že nelze provést kompletní analýzu směsi s rozpočtem na jednotlivé složky, poněvadž paxit srůstá s koutekitem, novákitem a ryzím arsenem, tedy s minerály, v jejichž chemismu se uplatňují tytéž prvky jako v paxitu. Snaha o získání čistého paxitu se směsí s ryzím arsenem selektivním rozpuštěním ryzího arsenu nebyla úspěšná.

Minerograficky byl nalezen hojně se vyskytující intimní srůst paxitu a ryzího arsenu, o kterém bylo dále zjištěno, že geneticky jde o strukturu rozpadu gelu, v níž zachovávají obě složky, tj. paxit a ryzí arsen, co do objemu poměr 1 : 1. Stanovení poměru bylo provedeno planimetrickou analýzou. Poznatek o zachování poměru paxit : arsen = 1 : 1 umožnil provést na materiálu separovaném z nábrusu stanovení obsahu mědi, která je vázána pouze na paxit (mimo arsenu není jiný minerál ve srůstu přítomen). Vzhledem k poměrně malému množství vzorku bylo stanovení mědi provedeno oscilopolarograficky. Zjištěný obsah mědi byl přepočten na 100 % paxitu. Výsledek a přepočet analýzy je uveden v tabulce I. Jak je z tabulky I patrné, je obsah mědi zjištěný v novém nerostu velmi blízký teoretickému obsahu mědi pro látku o vzorci  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ . Je tedy zřejmé, že paxitu odpovídá chemický vzorec  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ .

Tabulka I.

Obsah paxitu v anal. vzorku stanovený planimetricky	Obsah Cu ve vzorku	Obsah Cu přepočtený na 100 % paxitu	Teoret. obsah Cu pro $\text{Cu}_2\text{As}_3$
50,7 % váh.	18,15 %	35,77 %	36,12 %

Studova  
Snímky by  
se vyznaču  
nost co do  
proto veln  
S použitím  
vedena ind  
tách:

a  
b  
c

Z = 10. M  
odpovídá p  
přesnosti st

#### VI. MINER

Jak již b  
nerostů vys  
na ty rudní  
Střední par  
a ryzího ar  
těno, že obi  
nejde pouze  
nestabilní s  
agregátů sr  
hového pon  
rovnice

Pravá stran  
krystalizaci  
ných zrn pa  
tropii paxitu

Paxit je c  
Genetická i  
podobně o  
paxitu prob

Vznik pa  
dán mimořá

## V. RENTGENOMETRICKÉ STUDIUM

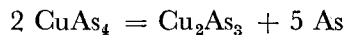
Studovaný materiál dovolil použít pouze Debye-Scherrerovu metodu. Snímky byly provedeny na kameře 114,59 mm při  $\text{CuK}\alpha_{1,2}$  záření. Diagramy se vyznačují velkým množstvím linií. Práškový diagram paxitu vykazuje podobnost co do poloh a intenzit linií s diagramy látek se strukturou typu  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . Je proto velmi pravděpodobné, že látka  $\text{Cu}_2\text{As}_3$  má romboický základní hranol. S použitím rozměrů základního hranolu sloučeniny  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  byla početně provedena indexace práškového diagramu paxitu při těchto mřížkových konstantách:

$$\begin{aligned} a_0 &= 12,84 \text{ \AA} \\ b_0 &= 11,50 \\ c_0 &= 7,654 \end{aligned} \quad a_0 : b_0 : c_0 = 1,116 : 1 : 0,6655$$

$Z = 10$ . Mřížka obsahuje 10 ( $\text{Cu}_2\text{As}_3$ ). Teoretická hustota 5,14. Tato hodnota odpovídá poměrně dobře měřené hustotě, uvážíme-li již uvedené příčiny malé přesnosti stanovení. Práškový diagram paxitu je uveden v tabulce II.

## VI. MINERAGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA RUDNÍCH STRUKTUR PAXITU

Jak již bylo uvedeno, je paxit poměrně hojnou složkou vtroušenin rudních nerostů vyskytujících se v karbonátové žilovině. Výskyt paxitu je zásadně vázán na ty rudní akumulace, ve kterých je přítomen ryzí arsen, koutekit a novákít. Střední partie těchto akumulací jsou obvykle tvořeny intimním srůstem paxitu a ryzího arsenu (viz obr. 1). Planimetrickou analýzou tohoto srůstu bylo zjištěno, že obě složky zachovávají konstantní poměr 1 : 1. Z tohoto je zřejmé, že nejde pouze o náhodný srůst dvou nerostů, ale o strukturu vzniklou rozpadem nestabilní sloučeniny s vysokým obsahem arsenu. Výrazné kolomorfní omezení agregátů srůstu paxitu s ryzím arsenem nasvědčuje, že jde o rozpad gelu. Z váhového poměru obou složek srůstu dojdeme k závěru, že rozpad proběhl podle rovnice



Pravá strana rovnice odpovídá váhovému poměru paxit : arsen = 1 : 1. Při krystalizaci rozpadlého gelu došlo k výraznému usměrnění jednotlivých drobných zrn paxitu a tím k vytvoření „pseudozrn“, která jsou díky intenzivní anisotropii paxitu dobře pozorovatelná při zkřížených nikolech (viz obr. 1).

Paxit je dále přítomen ve srůstu s koutekitem a novákitem (viz obr. 2 a 3). Genetická interpretace těchto struktur není dosud zcela vyřešena, jde pravděpodobně o strukturu rozpadu. Velmi zřídka byly zjištěny samostatné žilky paxitu probíhající po hranici ryzí arsen—löllingit.

Vznik paxitu na ložisku Černý Důl je obdobně jako u koutekitu a novákítu dán mimořádně velkým uplatněním arsenu v hydrotermálním procesu.

Co, Ni)

sou měď a arsen. Je, že antimon je forma izomorfní řesem nerudních

ckém vzorci ne- arsenidem mědi. že nebylo možno ativní chemické nespočívá pouze že nelze provést poněvadž paxit erály, v jejichž í čistého paxitu arsenu nebyla

paxitu a ryzího u rozpadu gelu, nu poměr 1 : 1. znatek o zacho- riálu separova- na paxit (mimo měrně malému aficky. Zjištěný počet analýzy je ištěný v novém orci  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ . Je

Teoret. obsah  
Cu pro  $\text{Cu}_2\text{As}_3$

36,12 %

Dokladový materiál paxitu je uložen ve sbírkách mineralogického ústavu University Karlový v Praze.

Předloženo v lednu 1961

Ústav pro výzkum rud,  
Praha

Tabulka II.

Práškový snímek paxitu — $\text{Cu}_2\text{As}_3$ Cu/Ni, kamera 114,59 mm, $\text{CuK}_\alpha$ — 1,5418 Å							
I	$d_{\text{měř.}} (\text{Å})$	$d_{\text{poč.}} (\text{Å})$	hkl	I	$d_{\text{měř.}} (\text{Å})$	$d_{\text{poč.}} (\text{Å})$	hkl
2	7,56	7,654	001	4	2,002	1,999	403
4	6,42	6,423	200	4	1,963	1,960	351
2—3	5,75	5,75	020	2	1,917	1,916	540
5	4,32	4,286	220			1,918	060
1	4,00	4,013	310	6	1,882	1,887	014
6	3,825	3,825	002	5	1,858	1,859	541
8	3,633	3,633	012	5	1,815	1,815	024
1	3,506	3,495	112	7	1,795	1,797	124
5	3,302	3,294	230	1	1,744	1,747	304
10	3,164	3,161	212	3 dif.	1,709	1,709	053
1	3,034	3,026	231	3 dif.	1,688		
3	2,876	2,877	040	2 dif.	1,666		
7	2,772	2,769	312	4	1,622		
7	2,618	2,625	240	1	1,590		
1	2,547	2,551	003	5 dif.	1,556		
5	2,495	2,496	232	3	1,538		
1	2,443	2,445	113	4	1,388		
1	2,386	2,388	340	3	1,370		
2	2,308	2,302	050	4	1,285		
4	2,206	2,205	051	3	1,268		
4	2,163	2,167	250	4	1,252		
3	2,087	2,085	251	7	1,202		
4 dif.	2,049	2,048	323				

ПАКСИТ —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ , НОВЫЙ АРСЕНИД МЕДИ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРНЫЙ ДУЛ В КРКОНОШАХ

Зденек Иоган

Паксит был найден в ассоциации с самородным мышьяком, арсенолампритом, самородным серебром, леллингитом, никелином, скутерудитом, коутекитом, новакитом, халькозином, борнитом, халькопиритом, тиманнитом, клаусталитом и флюоритом в Черном Доле в Крконошах. Все приведенные минералы образуют местные вкрапления в карбонатных жилах, залегающих в эрланах и кристаллических сланцах.

На свежем изломе имеет паксит светлый серо-стальной цвет. Влиянием воздушного кислорода происходит ускоренное потемнение вплоть до почернения плоскости излома. Блеск на свежем изломе металлический, черта — черная. Паксит обладает совершенной

спайностью в удельного веса мышьяком (на в самородном вычета саморс

В отражении мышьяку являе чем отражател не были опред ными николи и травление: HCl KOH 40% нег Спектральны няся для колл ным мышьяком

> 10%  
1%  
1-  
0,1  
< 0,1

Из результа медь и мышьяк ляется арсенид

Материал, к что нельзя был количественно текитом и нова самые элемент смеси с расче тимное срстае с генетической компонентов, т ние гея произв

Данные о по вести у матери только в паксип лиза приводите соответствует ар

Содерж. паи пробе опред. г

50,7

$d_{\text{поп.}} (\text{Å})$	hkl
1,999	403
1,960	351
1,916	540
1,918	060
1,887	014
1,859	541
1,815	024
1,797	124
1,747	304
1,709	053

спайностью в одном направлении. Твердость 3,5—4. Удельный вес — 5,3. Определение удельного веса было установлено на материале в котором срastается паксит с самородным мышьяком (на основании планиметрического анализа определено содержание паксита в самородном мышьяке). Приведенная величина является удельным весом паксита после вычета самородного мышьяка.

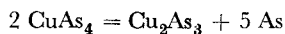
В отраженном свете паксит имеет белый цвет, который по отношению к самородному мышьяку является более серым. Отражательная способность паксита незначительно ниже, чем отражательная способность самородного мышьяка. Бирефлексия и внутренние рефлексы не были определены. Паксит является сильно анизотропным (см. рис. I). Между скрепленными николи на зернах паксита видимы ламеллы в одном направлении. Диагностическое травление:  $\text{HNO}_3$  1 : 1 позит.,  $\text{HCl}$  1 : 1 негат.,  $\text{FeCl}_3$  20% позит. (негат.),  $\text{HgCl}_2$  5% негат.,  $\text{KOH}$  40% негат.

Спектральный анализ проведен на небольшом количестве материала, который применялся для количественного определения содержания меди (срастание паксита с самородным мышьяком в соотношении 1 : 1).

> 10%	Cu, As
1%	—
1—0,1%	Ca, Sb
0,1—0,01%	Si, Na, Be, (Ag, Mg)
< 0,01%	Fe, Al, Sr, Ti, Hg, (Bi, Pb, Mn, Co, Ni)

Из результата анализа ясно, что основными компонентами нового минерала являются медь и мышьяк из чего вытекает, что новый минерал по своему химическому составу является арсенидом меди.

Материал, который был найден в Черном Доле является материалом такого характера, что нельзя было получить достаточное количество паксита без примесей для проведения количественного химического анализа. Паксит срastается с самородным мышьяком, коуктитом и новакитом, т. е. с минералами, в химическом составе которых находятся те же самые элементы как и в паксите. По этим причинам нельзя было произвести анализы смесей с расчетом по отдельным компонентам. Минераграфически было найдено интимное срастание самородного мышьяка с пакситом, о котором было установлено, что с генетической точки зрения это структура распада геля, в которой соотношения обоих компонентов, т. е. паксита и мышьяка в соотношении 1 : 1 остается неизменным. Распадение геля произошло по управлению



Данные о постоянстве соотношения паксит : мышьяк = 1 : 1, дали возможность произвести у материала этого характера определение содержания меди, которая находится только в паксите, и таким образом определить формулу нового минерала. Результат анализа приводится в нижеследующей таблице. Из таблицы вытекает, что новый минерал соответствует арсениду меди по формуле  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ .

Содерж. паксита в анализ. пробе опред. планиметрически	Содерж. Cu в анализ. пробе	Содерж. Cu в пересчете на 100 проц. паксита	Теорет. содерж. Cu для $\text{Cu}_2\text{As}_3$
50,7 % вес.	18,15%	35,77%	36,12%

Рентгенометрическое изучение паксита проводилось методом Дебай-Шеррер. Снимки производились камерой 114,59 мм при  $\text{CuK}_{\alpha 1\alpha 2}$  излучении. Характер изучаемого материала не позволил применение других методов структурного изучения. Диаграмма порошка паксита показывает сходство с диаграммами веществ со структурой типа  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . С применением размеров элементарной ячейки  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  была вычислена индексация диаграммы порошка паксита при следующих параметрах ячейки:

$$\begin{aligned} a_0 &= 12.84 \text{ \AA} \\ b_0 &= 11.50 \\ c_0 &= 7.654 \end{aligned} \quad a_0 : b_0 : c_0 = 1.116 : 1 : 0.6655$$

$Z = 10$ . Теоретический удельный вес 5,14. Диаграмма порошка паксита приведена в таблице II.

Название минерала паксит имеет латинский корень *pax* — мир. Документация паксита находится в коллекциях минералогического института Карлового университета в Праге.

Научно-исследовательский рудный институт,  
Прага, Модржанска 23

PAXITE —  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ , A NEW COPPER ARSENIDE FROM ČERNÝ DŮL IN THE GIANT Mts. (KRKONOŠE)

Zdeněk Johan

Paxite was found in an association with native arsenic, arsenolamprite, native silver, loellingite, nicollite, koutekite, novakite, chalcocite, skutterudite, bornite, chalcopyrite, tiemannite, clausthalite and fluorite in the Černý Důl in the Giant Mountains (Krkonoše). All the minerals named form local admixtures in carbonate veins which are situated in erlans and muscovitic mica schists.

Fresh fracture of paxite is light steel-gray. On exposure to atmospheric oxygen the fracture planes darken and finally blacken rapidly. Luster of a fresh fracture is metallic, streak is black. Paxite has perfect cleavage in one direction. Hardness 3.5—4. Density 5.3. Density was estimated on a sample where paxite intergrows with native arsenic (planimetric analysis was used to determine the ratio of arsenic to paxite). The value presented is the density of paxite after subtraction of native arsenic. In reflected light paxite appears white but appreciably more grey than native arsenic. The reflectivity of paxite is but very slightly lower than that of native arsenic. Bireflection and internal reflections have not been observed. Paxite is markedly anisotropic (see Fig. 1). In crossed nicols paxite grains display a definite unidirectional lamellation. Diagnostic etching:  $\text{HNO}_3$  1 : 1 posit.,  $\text{HCl}$  1 : 1 negat.,  $\text{FeCl}_3$  20% posit. (negat.),  $\text{HgCl}_2$  5% negat.,  $\text{KOH}$  40% negat.

Spectral analysis was carried out in a part of the material available, the same being used for quantitative determination of copper content (intergrowth of paxite with arsenic in a 1 : 1 ratio).

> 10%	Cu, As
1—10%	—
0.1—1%	Ca, Sb
0.01—0.1%	Si, Na, Be, (Ag, Mg)
< 0.01%	Fe, Al, Sr, Ti, Hg, (Bi, Pb, Mn, Co, Ni)

It follows from the results of analysis that only copper and that it is thus a copper arsenide. Material found in Černý Důl is of such character that it was not possible to obtain sufficient

quantity of pure native arsenic, as paxite. Thus content of indigrowth of native arsenic here with a gel arsenic in a vol

The ascertain to analyse the (only) and arrive in the following of formula  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ .

Content of p analyzed samp planimet

50.7% (

Roentgenome Diffraction patt The character of structural invest of substances wi of  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , a numeri lattice constants

$Z = 10$ . Theoret The name of paxite may be fc Prague.

JOHAN Z., HAK J  
Chemie der Er  
JOHAN Z. (1959)  
(Schwarzenzha  
JOHAN Z. (1960)  
217—226.

SHORT M. N. (1  
Bull. 914.



quantity of pure material to carry out quantitative chemical analysis. Paxite intergrows with native arsenic, koutekite and novakite, i. e. with minerals of the same qualitative composition as paxite. Thus it was not possible to undertake analyses of mixtures and make calculations of content of individual components. Mineragraphic examination revealed an intimate intergrowth of native arsenic with paxite about which it was found that genetically we are dealing here with a gel decomposition structure which contains the two components, i. e. paxite and arsenic in a volume ratio of 1 : 1. The gel was decomposed according to the equation



The ascertainment of the conservation of the ratio of paxite to arsenic of 1 : 1 made it possible to analyse the material of this character for its copper content (copper accompanying paxite only) and arrive thus at the formula of the new mineral. The result of the analysis is contained in the following table. It follows from the data presented that the mineral is a copper arsenide of formula  $\text{Cu}_2\text{As}_3$ .

Content of paxite in the analyzed sample estimated planimetrically	Content of Cu in the analyzed sample	Content of Cu referred to 100 % paxite	Theoretical content of Cu in $\text{Cu}_2\text{As}_3$
50.7 % (w/w)	18.15 %	35.77 %	36.12 %

Roentgenometric investigation of paxite was carried out by the Debye-Scherrer method. Diffraction patterns were prepared with a 114.59 mm camera using the  $\text{CuK}\alpha_{1,2}$  radiation. The character of the material under study did not permit of applying any other methods of structural investigation. The powder pattern of paxite bears a certain similarity with diagrams of substances with structure of the type  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . Using the dimensions of the elementary cell of  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  a numerical indexing of the powder pattern of paxite was carried out at the following lattice constants:

$$a_0 = 12.84 \text{ \AA}$$

$$b_0 = 11.50$$

$$c_0 = 7.654$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1.116 : 1 : 0.6655$$

$Z = 10$ . Theoretical density 5.14. Powder pattern of paxite is shown in table II.

The name of the mineral is based on the Latin pax — peace. Documentary material of paxite may be found in the collection of the Department of Mineralogy, Charles University, Prague.

Institute for Ore Research  
Praha

#### LITERATURA

- JOHAN Z., HAK J. (1959): Novákit —  $(\text{Cu}, \text{Ag})_4\text{As}_3$ , ein neues Mineral (vorläufige Mitteilung). *Chemie der Erde*, 20, Heft 1, str. 49—50.
- JOHAN Z. (1959): Arsenolamprit — die rhombische Modifikation des Arsens aus Černý Důl (Schwarzenthal) im Riesengebirge. *Chemie der Erde* 20, Heft 2, str. 71—80.
- JOHAN Z. (1960): Koutekit —  $\text{Cu}_2\text{As}$ , ein neues Mineral. *Chemie der Erde* 20, Heft 4, str. 217—226.
- SHORT M. N. (1940): Microscopic determination of the ore minerals. U. S. Geol. Survey Bull. 914.

## VYSVĚTLIVKY K OBRÁZKŮM

Obr. 1. Intenzivní anisotropie paxitu (bílý v levé polovině obrázku, černý v pravé). Struktura rozpadu gelu tvořená paxitem a ryzím arsenem (tmavě šedý). Nábrus, zkřížené nikoly, zvětš. 315×

Obr. 2. Srůst paxitu (bílý) a novákita (tmavě šedý). Novákite je naleptán HCl 1 : 1. Černě nerovnosti nábrusu. Nábrus, bez nikolů, zvětš. 315×

Obr. 3. Srůst paxitu (bílý) s koutekitem (šedý). Černě nerovnosti nábrusu a karbonát. Nábrus, bez nikolů, zvětš. 315×

## ТЕКСТЫ К ИЛЛЮСТРАЦИЯМ

Рис. 1. Интенсивная анизотропия паксита (белый в левой половине картинки, черный — в правой). Структура распада геля, состоящая из паксита и самородного мышьяка (темно-серый). Полированный шлиф, николи скрещены, увелич. 315×.

Рис. 2. Срастание паксита (белый) и новакита (темносерый). Новакит травлен HCl 1 : 1. Черно — неровности полированного шлифа. Полированный шлиф, без николей, увеличено 315×.

Рис. 3. Срастание паксита (белый) с кутекитом (серый). Черно — неровности полированного шлифа и карбонат. Полированный шлиф, без николей, увелич. 315×.

## LEGEND TO FIGURES

Fig. 1. Intense anisotropy of paxite (white in the lefthand side of the figure, black in the right-hand side). Gel decomposition structure formed by paxite and elementary arsenic (dark grey). Polished section, crossed Nicols, magn. 315×.

Fig. 2. Intergrowth of paxite (white) and novákite (dark grey). Novákite is etched with HCl 1 : 1. Unevenness of the polished section appears black. Polished section, no Nicols used, magn. 315×.

Fig. 3. Intergrowth of paxite (white) with koutekite (grey). Unevenness of the polished section and carbonate appear black. Polished section, no Nicols used, magn. 315×.

u, černý v pravé). Struktura  
brus, zkřížené nikoly, zvětš.

naleptán HCl 1 : 1. Černé  
š. 315 ×  
nábrusu a karbonát. Nábrus,

овине картинки, черный —  
корродного мышьяка (темно-  
увелич. 315 ×.

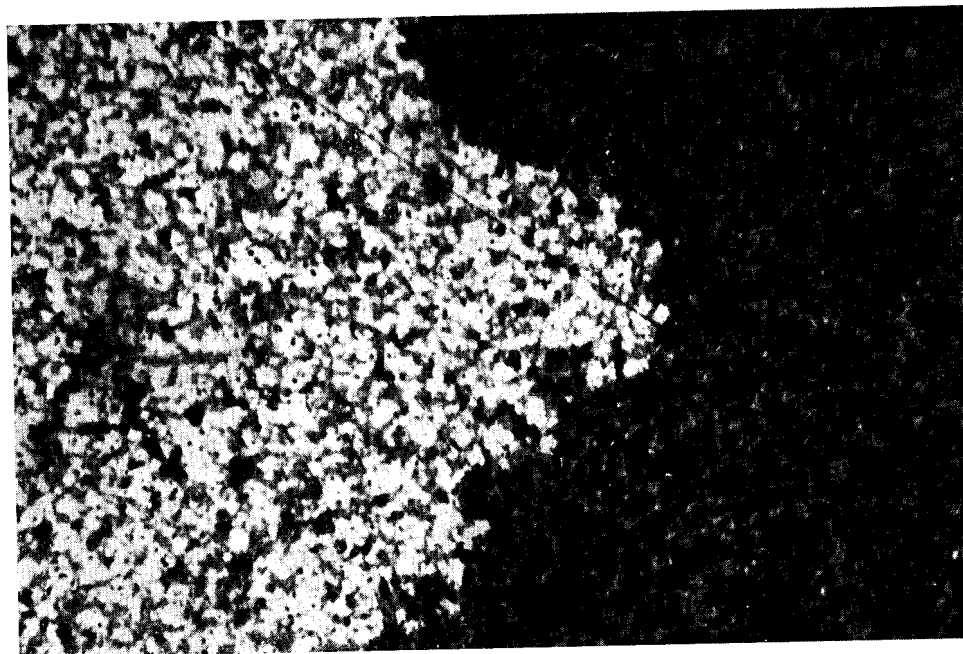
Новакит травлен HCl 1 : 1.  
шлиф, без николей, увели-

рно — неровности полиро-  
колей, увелич. 315 ×.

the figure, black in the right-  
mentary arsenic (dark grey).

×.  
Novákite is etched with HCl  
ed section, no Nicols used,

eness of the polished section  
ls used, magn. 315 ×.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

## HELVITE F

Mezi pom  
pegmatitů p  
složení je mo  
natý člen té  
Ve známém  
(1940), je uv  
hornin. Něk  
žulového cha  
pouze jména  
(1944); O. v  
G. R. SCOTT  
tech, které o  
vyskytují mi  
titech (viz n  
manganem k  
na Kolském

Podle A. z  
kém interval  
kých typech  
mace (skarn  
a často ve v  
netit-fluorit  
sahujících ži  
vianem, gra  
A. A. BEUSI  
A. F. SOSED

Helvin, d  
chemické an  
úplně čistí k  
množství, i