

УДК 549.755.221

И. МИНЧЕВА-СТЕФАНОВА

**СТРАШИМИРИТ — НОВЫЙ ВОДНЫЙ АРСЕНАТ МЕДИ<sup>1</sup>**

Описанный минерал найден в зоне окисления меднорудного месторождения Запачица в Западной Стара-планине в 1960 г. Качественные микрохимические и спектральные анализы и определения содержания воды показали, что он является водным арсенатом меди (с некоторой примесью цинка). Межплоскостные расстояния минерала не отвечали ни одному из уже известных арсенатов меди, что и вызвало необходимость точного выяснения его химизма. Небольшие размеры агрегатов и их скоплений усложнили исследование. Окончательное определение стало возможным значительно позднее, когда был обнаружен образец с хорошо обособленной корочкой этого минерала, а также была выбрана подходящая методика количественного полумикрохимического анализа. Выведенная химическая формула подтвердила первоначальное мнение о том, что установлен новый минеральный вид. В статьях, посвященных новым арсенатам меди Болгарии — тиролиту, корнваллиту, эвхроиту, конихальциту (Минчева-Стефанова, 1962) и цинколивениту (Minčeva-Stefanova, 1964), найденным также в месторождении Запачица, этот минерал описан автором как неизвестный арсенат меди.

Минерал назван в честь болгарского петрографа академика Страшимира Димитрова, который имеет большие заслуги также и в развитии минералогии Болгарии.

Исследование минерала проводилось в Геологическом институте Болгарской академии наук. Выбор и разработка методики количественного полумикроанализа и сам анализ были осуществлены М. Павловой, а рентгенограммы, определение межплоскостных расстояний и параметров элементарной ячейки — Л. Пуневым; мономинеральные пробы отобраны Н. Паяковой. За очень ценную помощь выражаю всем трем сердечную благодарность.

**НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ**

Месторождение Запачица расположено на север-северо-восточных склонах вершины Изремец среди песчаников нижнетриасового возраста. Форма рудных тел жильная, небольшой мощности, и линзообразная; оруденение вкрапленное и прожилковое. Первичные минералы представлены борнитом, теннантитом и халькопиритом с небольшим участием галенита и сфалерита. Очень часто в жилах и прожилках теннантит образует гнезда размером  $6 \times 5$  см. Руды подвергались интенсивному окислению, в результате чего образовались многочисленные вторичные минералы. Присутствие арсенатов меди определяет месторождение Запачица как наиболее интересное в Болгарии в отношении этих редких минералов.

<sup>1</sup> Минерал утвержден Комиссией по новым минералам и новым названиям минералов при Международной минералогической ассоциации.

## ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛА

Морфологические особенности: страшимит встречается только в виде тонкочешуйчатых агрегатов, иногда сильно удлинённых — до волокнистых. Они образуют отдельные сферолиты или корочки с гроздевидными поверхностями радиальнолучистого, концентрического или массивного строения (рис. 1). Размеры сферолитов достигают 0.5 мм. Толщина корочек варьирует от 0.1 до 1.5, редко до 3 мм, а толщина отдельных концентров — от 0.1 до 1 мм. Часто минерал псевдоморфно замещает тиролит и корнваллит. Цвет в тончайших корочках и мелких сферолитах белый с зеленым оттенком, а в более мощных корочках — бледно-зеленый.



Рис. 1. Сферолиты страшимита (белые) на сферолитах малахита. (Увел. 30).

Блеск на поверхностях чешуек перламутровый, а на поверхностях корочек жирный. Тонкочешуйчатое строение агрегатов и их небольшие размеры не позволили определить удельный вес и твердость минерала. Вычисленный удельный вес 3.81.

Оптические особенности: удлинение агрегатов положительное. Угол между  $Z$  и направлением удлинения около  $5^\circ$ . В поперечном направлении находится ось  $Y$ . Угол косоугольного погасания нельзя было измерить точно из-за отсутствия в агрегатах граней и плоскостей спайности. Плеохроизм слабый: по  $Z$  — бледный желтовато-зеленый, по  $Y$  очень бледный желтовато-зеленый.  $N_g = 1.747 \pm 0.002$ ,  $N_p = 1.726 \pm 0.001$  (для желтого света с  $\lambda$  589 мкм). Минерал двуосный, отрицательный,  $2V = 70^\circ$  (измеренное).

Характер оптической индикатрисы и ее ориентировка по отношению к удлинению агрегатов указывают на низшую симметрию (моноклиная или триклинная сингония) кристаллической структуры страшимита. Этот вывод согласуется с данными рентгеноструктурных исследований, с помощью которых была доказана принадлежность страшимита к моноклиной сингонии.

Химизм: полуквантитативным спектральным анализом были установлены следующие содержания отдельных элементов в минерале (в 2 пробах):  $> 1\%$  — Cu, Zn (Cu  $>$  Zn) и As;  $\sim 10^{-1}\%$  — Sb;  $n \cdot 10^{-4}\%$  до  $\sim 10^{-2}\%$  — Mn, Cd, Pb, Tl, Ba, Ca, Mg, Si, Al. Не обнаружены: Bi, P,

V, Mo, Co и Ni. В связи со слабой спектральной чувствительностью Р и небольшим количеством исследованных проб можно предположить присутствие Р в следах. Более высоких содержаний ожидать трудно, так как в уже изученных арсенатах меди месторождения Запачица фосфор практически отсутствует. Проверка содержания сульфатного аниона дала отрицательные результаты.

На основании данных предварительного исследования состава и в связи с невозможностью выделения необходимого количества минерала для полного химического анализа количественно определены только Cu, Zn и As, а содержание воды вычислено по разности до 100% (табл. 1).

Таблица 1

## Химический состав страшимирита

Компоненты	Количественный химический анализ		Теоретический состав			
	вес. %	молек. кол.	вес. %	молек. кол.	молек. соотношения	
Cu . . . . .	49.8	0.6259	0.6505	52.08	0.6545	4.0
Zn . . . . .	2.0	0.0246		—	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	38.3	0.1666	37.60	0.1636	1.0	
H <sub>2</sub> O . . . . .	9.9	0.5495	10.32	0.5728	3.5	
Сумма . . . . .	100.0					

Количественный полумикроанализ сделан по двум навескам (3.5 мг) из одной общей пробы весом 7 мг (точность взвешивания  $\pm 0.00001$  г). Мышьяк дистиллирован в микродистилляционном приборе в виде AsCl<sub>3</sub> и впоследствии определен титриметрически с KBrO<sub>3</sub> при индикаторе «хинолиновый — желтый». Медь и цинк определены полярографически. Низкое содержание ZnO показывает, что цинк не находится в стехиометрическом отношении с медью, а замещает этот элемент изоморфно в структуре минерала. Теоретически это вполне возможно, поэтому можно допустить существование цинкового изоструктурного аналога страшимирита и смеси между ними.

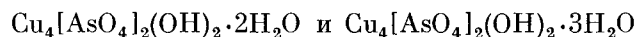
По результатам количественного анализа выведен следующий теоретический состав минерала: Cu<sub>4</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>·2.5H<sub>2</sub>O (табл. 1). Достовер-

Таблица 2

## Сравнение теоретических составов страшимирита и двух- и трехводных арсенатов меди (в вес. %)

Компоненты	Cu <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Cu <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·2.5H <sub>2</sub> O	Cu <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O
CuO . . . . .	52.86	52.08	51.32
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	38.16	37.60	37.06
H <sub>2</sub> O . . . . .	8.98	10.32	11.62

ность формулы подтверждается сравнением теоретического состава данного соединения с теоретическим составом соединений



(табл. 2). Вычисленная кристаллохимическая формула минерала имеет следующий вид:

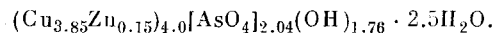


Таблица 3

Межплоскостные расстояния страшимирита (в Å)

<i>I</i>	<i>d</i> <sub>изм.</sub>	<i>hkl</i>	<i>d</i> <sub>выч.</sub>	<i>I</i>	<i>d</i> <sub>изм.</sub>	<i>hkl</i>	<i>d</i> <sub>выч.</sub>
10	18.74	010	18.74				
8	9.46	020	9.463	2	2.256	004	2.263
9	8.97	001	9.053			401	2.255
4	8.15	01 $\bar{1}$	8.151			11 $\bar{4}$	2.252
1	7.03	101	7.053			243	2.155
				3	2.144	440	2.143
2	6.21	030	6.299			27 $\bar{2}$	2.143
		101	6.209			21 $\bar{4}$	2.142
3	5.62	1 $\bar{2}$ 1	5.652	1	2.082	36 $\bar{2}$	2.088
1	5.20	121	5.192			163	2.084
8	4.79	200	4.811			044	2.041
		040	4.725	1	2.038	253	2.039
2	4.65	210	4.662			272	2.038
1	4.47	20 $\bar{1}$	4.490			441	2.035
8	4.21	11 $\bar{2}$	4.203	2	1.981	422	1.976
		041	4.188			214	1.945
2	4.01	201	4.042	1	1.947	362	1.945
						154	1.945
2	3.82	112	3.828			092	1.905
		230	3.823	2	1.901	380	1.902
1	3.62	122	3.614			29 $\bar{1}$	1.902
8	3.35	240	3.371			520	1.886
		132	3.323	2	1.879	282	1.880
3	3.19	142	3.191			33 $\bar{4}$	1.880
		310	3.163			530	1.840
9	3.13	060	3.149	1	1.839	16 $\bar{4}$	1.840
						064	1.838
1	3.07	241	3.071			470	1.796
		212	3.066	1	1.794	47 $\bar{1}$	1.794
5	2.97	013	2.980			45 $\bar{3}$	1.774
		061	2.975	2	1.773	37 $\bar{3}$	1.773
		250	2.972			164	1.772
10	2.86	330	2.858			035	1.740
		12 $\bar{3}$	2.850	1	1.740	105	1.740
4	2.78	232	2.786			292	1.740
		103	2.781			22 $\bar{5}$	1.740
		321	2.781			23 $\bar{5}$	1.704
1	2.69	13 $\bar{3}$	2.701	2	1.703	391	1.703
		070	2.700			462	1.701
		21 $\bar{3}$	2.688				
6	2.65	340	2.654				
		331	2.642				
1	2.57	26 $\bar{1}$	2.578	1	1.665	1	1.396
		25 $\bar{2}$	2.578	1	1.649	1	1.370
		33 $\bar{2}$	2.550	2	1.627	1	1.363
7 ш.	2.476	341	2.478	2	1.612	1	1.339
		171	2.476	2	1.596	2	1.287
		302	2.474	4	1.580	1	1.259
		400	2.405	2	1.560	1	1.242
1	2.403	213	2.403	4	1.535	1	1.099
		34 $\bar{2}$	2.402	4	1.528	1	1.086
		252	2.400	2	1.491	1	1.072
4 ш.	2.316	072	2.319	1	1.450	2	1.053
		27 $\bar{1}$	2.314	3	1.429		

Примечание. Условия съемки: излучение FeK $\alpha$ , Mn-фильтр, 30 кв, 16 ма, D=114.6 мм.

Рентгеноструктурные исследования. Рентгенограммы 10 проб минерала, взятые из различных образцов и полученные методом Дебая—Шерера, вполне тождественны. Межплоскостные расстояния (табл. 3), как уже отмечалось, не отвечают ни одному из известных арсенатов меди, поэтому сравнительные данные здесь не приводятся. Вычисление индексов межплоскостных расстояний и констант элементарной ячейки сделано методом Ито (Азаров, Бургер, 1961) на основании рентгенограммы, снятой в камере диаметром 114.6 мм:  $a_0$  9.71,  $b_0$  18.85,  $c_0$  8.94 Å,  $\beta$  97°12';  $Z=6$ ;  $a_0:b_0:c_0=0.515:1:0.474$ . Так как на дифракционной картине минерала нет никаких погасаний, пространственная группа может быть одной из следующих:  $C_{2h}^1—P2/m$ ,  $C_2^1—P2$  или  $C_s^1—Pm$  (Бокий, Порай-Кошиц, 1964).

### СОПОСТАВЛЕНИЕ СТРАШИМИРИТА С ДРУГИМИ АРСЕНАТАМИ МЕДИ

На рис. 2 систематизированы все известные арсенаты меди по величине отношения весовых количеств  $CuO$  и  $AsO_5$  и содержанием воды. Эта диаграмма составлена автором на основании ранее разработанной им диаграммы арсенатов меди (Minčeva-Stefanova, 1964), добавлены

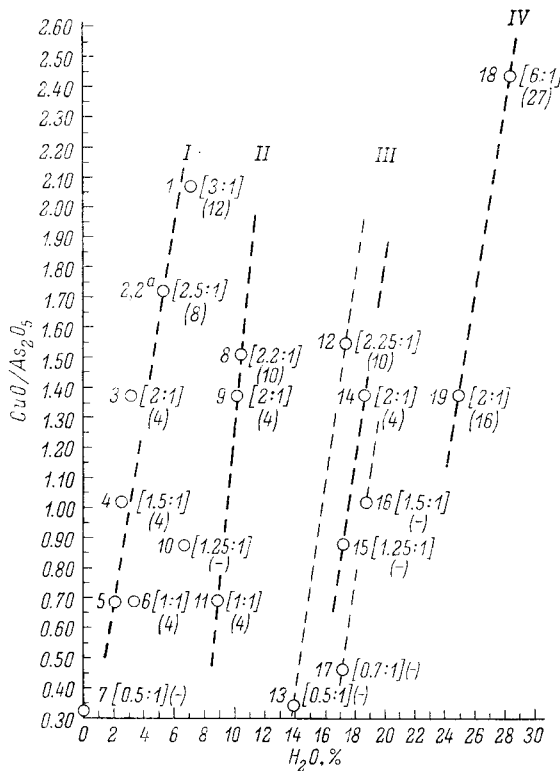


Рис. 2. Диаграмма химического состава арсенатов меди (1 — 19 — см. табл. 4).

В квадратных скобках — отношение  $Cu : AsO_4$ ; в кругах — число гидроксильных групп.

В связи с различным атомным весом добавочных катионов меняются и весовые количества воды. Это подтверждается расположением проекции  $\alpha$ -дуфгита и конихальцита, стехиометрические формулы которых вполне аналогичны. Большие отклонения в проекции лавендулана объясняются

новыми минералами: странскиит (Strunz, 1960), артурит (Davis, Hey, 1964), шеневиксит (Villaroel, 1964) и хлоротил (Walenta, 1960). При составлении диаграммы учтены результаты ревизии Л. И. Берри (Berry, 1951) и К. Гийлемена (Guillemin, 1956), которые доказали тождественность эришита и корнваллита, конихальцита и хиггинсита, а также ошибочность отнесения лейкохальцита (Berry, 1951) и трихальцита (Guillemin, 1956) к самостоятельным минеральным видам.

По содержанию воды арсенаты меди могут быть сгруппированы в несколько рядов. В первый ряд попадают арсенаты, не содержащие воды и гидроксильного аниона как добавочного. В этих рядах замечаются некоторые отклонения от общей тенденции зависимости химизма. Эти отклонения являются результатом участия дополнительных катионов, которые имеют определенные стехиометрические взаимоотношения с медью.

его непостоянным химическим составом, в связи с чем дается и различная интерпретация химической формулы минерала [ср. Guillemin (1956) и Strunz, 1966].

Из диаграммы видно, что присутствие дополнительных металлов или анионных групп в этих минералах зависит от отношения  $\text{CuO} : \text{As}_2\text{O}_5$ . С одной стороны, уменьшение отношения  $\text{CuO} : \text{As}_2\text{O}_5$  обуславливает участие дополнительных металлов ( $R = \text{Pb}, \text{Bi}, \text{Ca}, \text{Zn}$  и др.) с увеличением отношения  $R : \text{Cu}$ , а с другой стороны, увеличение отношения  $\text{CuO} : \text{As}_2\text{O}_5$  обуславливает участие дополнительной анионной группы (например, в халькофиллите).

Проекция страшимирита находится на линии второго ряда миксит—шеневиксит. По отношению  $\text{CuAsO}_4$  новый минерал аналогичен оливениту, эвхроиту и лирокониту (табл. 4, рис. 2), от которых (особенно от двух первых) отличается только содержанием воды.

### ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА МИНЕРАЛА

Зона окисления месторождения Запачица характеризуется большим разнообразием вторичных минералов. Это объясняется присутствием в первичной руде меди, цинка, мышьяка и других минералов, которые, попадая в раствор, при подходящих условиях могут образовать разнообразные соединения. Косвенно благоприятствовали отложению значительных количеств арсенатов и сульфатов и вмещающие породы — песчаники, которые дают в гипергенных условиях незначительное количество анионов.

В зоне окисления установлены сульфаты, силикаты, карбонаты, арсенаты и гидроокислы. Несмотря на многократные изменения условий образования, продолжающиеся и в настоящее время, для отдельных «эпизодов» отложения намечается известная тенденция последовательности образования минералов: сульфаты — карбонаты — арсенаты, объясняемая различной растворимостью соответствующих соединений. Состав отдельных гнезд, корочек или прожилков с вторичными минералами определяется удаленностью последних от сульфидных руд и соотношением в них первичных минералов. Среди теннантитовых скоплений обычно образуются рентгеноаморфные арсенаты, а сверху — сульфаты меди. На более значительном расстоянии от первичного оруденения отлагаются в основном карбонаты с известным участием бедных медью арсенатов, таких как конихальцит. Возрастные взаимоотношения минералов в тех местах, где есть страшимирит, следующие: зеленый, стекловидный, аморфный арсенат меди — яблочнозеленый до зеленого, пылевидный или массивный аморфный арсенат меди — лимонит — азурит — малахит — хризоколла — азурит — корнваллит — цинколивенит — тиролит — малахит — тиролит — страшимирит — малахит — страшимирит. Хотя и редко, после страшимирита снова отлагались карбонаты меди. В связи с нахождением конихальцита в самых отдаленных от первичного оруденения местах его можно принять за наиболее поздно образовавшийся арсенат. В рентгеноаморфном зеленом минерале отмечены редкие включения эвхроита, а с сульфатами меди образовался другой арсенатный минерал, который, по предварительным данным, принимается за водный медно-цинковый арсенат. По всей вероятности, это тоже новый минерал; его идентичность с уже отмеченным неизвестным медьсодержащим арсенатом цинка (Минчева-Стефанова, 1962) из месторождения Мыжо не подлежит сомнению. Последнее месторождение, так же как и Запачица, относится к оруденениям типа «Седмочисленицы» в Болгарии.

Совместное нахождение страшимирита и сопровождающих его арсенатов меди с карбонатными минералами указывает на отложение их из щелочных растворов. Этот вывод находится в согласии с экспериментальными исследованиями К. Гиймена (Guillemin, 1956). Речь не идет здесь

Таблица 4

Сравнение химизма и кристаллоструктурных констант страшимирита с известными арсенатами меди

№ п. п.	Наименование	Химическая формула	Cu : AsO <sub>4</sub>	Класс симметрии	Кристаллоструктурные константы			
					α <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	β
1	Клиноклаз.	Cu <sub>12</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub>	3:1	} C <sub>3h</sub> — P2 <sub>1</sub> /a	12.38	6.46	7.24	99°30'
2	Кориваллит.	Cu <sub>10</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>8</sub>	2.5:1		17.61	5.81	4.60	92 15
2a	Корубианит.	Cu <sub>10</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>8</sub>	2.5:1	} Триклинный D <sub>3h</sub> <sup>3</sup> — Pmm Моноклинный	—	—	—	—
3	Оливенит.	Cu <sub>8</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub>	2:1		8.64	8.22	5.95	—
4	Бейлдонит.	Cu <sub>6</sub> Pb <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub>	1.5:1	5.03	5.97	6.93	103	
5	α-Дуфтит.	Cu <sub>4</sub> Pb <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub>	1:1	} D <sub>2h</sub> <sup>2</sup> — P2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub>	5.91	9.14	7.52	—
6	Конихальцит.	Cu <sub>4</sub> Ca <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub>	1:1		5.85	9.23	7.43	—
7	Странскит.	CuZn <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ]	1:1	Триклинный	5.07	6.77	5.28	113 30
8	Миксит.	Cu <sub>11</sub> Bi[AsO <sub>4</sub> ] <sub>5</sub> (OH) <sub>10</sub> · 6H <sub>2</sub> O	2.2:1	C <sub>3h</sub> <sup>2</sup> — P6 <sub>3</sub> /m	13.84	—	5.96	—
9	Страшимирит.	Cu <sub>8</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	2:1	C <sub>3h</sub> <sup>2</sup> — P2 <sub>1</sub> /m?	9.71	18.85	8.94	97 12
10	Лавендулац.	(Ca, Na) <sub>2</sub> Cu <sub>5</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> · Cl · 4—5H <sub>2</sub> O	1.25:1	Ромб.-бипирам.	9.73	41.0	9.85	—
11	Шенвиксит.	Cu <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	1:1	?	12.30	15.4	10.70	—
12	Тиролит.	Cu <sub>9</sub> Ca <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>10</sub> · 10H <sub>2</sub> O	2.25:1	D <sub>3h</sub> <sup>2</sup> — Pmm?	10.50	54.71	5.59	—
13	Мелатейнерит.	Cu(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O	0.5:1	D <sub>2h</sub> <sup>2</sup> — P4/nmm	7.11	—	17.38	—
14	Эвхроит.	Cu <sub>8</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	2:1	D <sub>2h</sub> <sup>2</sup> — P2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub>	10.07	10.52	6.12	—
15	Линдакерит (по Guillemín, 1956).	H <sub>2</sub> Cu <sub>5</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> · 8H <sub>2</sub> O	1.25:1	Моноклинный	3.95	8.02	6.28	100 30
16	Хлорогид.	Cu <sub>6</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	1.5:1	C <sub>3h</sub> <sup>2</sup> — P6 <sub>3</sub> /m	13.61	—	5.90	—
17	Артурит.	Cu <sub>2</sub> Fe <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> (OH) <sub>7</sub> · 6H <sub>2</sub> O	0.7:1	Моноклинный	10.09	9.62	5.55	92 12
18	Халькофиллит.	Cu <sub>18</sub> Al <sub>2</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> (OH) <sub>27</sub> · 33H <sub>2</sub> O	6:1	D <sub>3h</sub> <sup>2</sup> — R3m	10.77	—	57.51	—
19	Лироконит.	Cu <sub>8</sub> Al <sub>4</sub> [AsO <sub>4</sub> ] <sub>4</sub> (OH) <sub>16</sub> · 16H <sub>2</sub> O	2:1	C <sub>3h</sub> <sup>2</sup> — I2/a	12.70	7.57	9.88	91 23

об эвхроите, зарождение которого протекало в несколько отличных условиях.

Указанная последовательность отложения арсенатов меди: конваллит—оливинит—тиролит—страшмирит—конихальцит, вероятно, отражает контролирующее значение отношения  $\text{CuO} : \text{As}_2\text{O}_5$ . У конваллита это отношение наиболее высокое, а у конихальцита — самое низкое.

#### Литература

- А зар ов Л., М. Б у г е р. (1961). Метод порошка в рентгенографии. ИЛ.  
Б о к и й Г. Б., М. А. П о р а й - К о ш и ц. (1964). Рентгеноструктурный анализ, т. I. Изд. МГУ.
- Б о н ш т е д т - К у п л е т с к а я Э. М. (1951). Определение удельного веса минералов. Изд. АН СССР.
- М и н ч е в а - С т е ф а н о в а Й. (1962). Нови минерали за България: тиролит, конваллит, конихальцит, эвхроит и купроадамит. Изв. Геол. инст. БАН, т. 10.
- В е р г у L. I. (1951). Observation on conichalcite, conwallite, euchroite and olivenite. Amer. Miner., v. 36, № 1.
- D a v i s D. J., M. H e y. (1964). Arthurite, a new copper-iron arsenate from Cornwall. Miner. Mag., v. 33.
- G u i l l e m i n C. (1956). Contribution a la mineralogie des arsénates, phosphates et vanadates de cuivre. Bull. Soc. Franç. Miner. et Crist., t. 79, №№ 1—3.
- M i n č e v a - S t e f a n o v a J. (1964). Zink—Olivenit aus der Lagerstätte Zapačica a und über den Chemismus und die Ablagerung der Kupferarsenate. Chemie d. Erde, Bd. 23, H. 4.
- S t r u n z H. (1960). Stranskiit, ein neues Mineral. Naturwissensch., Bd. 47, № 16.
- S t r u n z H. (1966). Mineralogische Tabellen. 4 Aufl., Akad. Verlag, Leipzig.
- V i l l a r o e l H. (1964). Contribution a l etude de la Chenevixite. Bull. Soc. Franç. Miner. et Crist., t. 87, № 4.
- W a l e n t a K. (1960). Chlorotil und Mixit. N. Jb. Miner. Mt., H. 10.