

Л.П. ВЕРГАСОВА, С.К. ФИЛАТОВ  
НОВЫЙ МИНЕРАЛ ТОЛБАЧИТ  $\text{CuCl}_2$

(Представлено академиком В.И. Смирновым 11 I 1983)

Толбачит\* — один из основных минералов меди, сопутствующих эксгаляциям Большого трещинного Толбачинского извержения (БТТИ) — крупнейшего базальтового извержения за все историческое время в Курило-Камчатском вулканическом поясе [1, 2]. Обнаружен при 300–350°С в инкрустациях фумарол лавовых потоков и второго шлакового конуса БТТИ совместно с меланоталлитом  $\text{Cu}_2\text{OCl}_2$ , долерофанитом  $\text{Cu}_2\text{OSO}_4$ , теноритом  $\text{CuO}$ , эвхлорином  $(\text{Na,K})_2\text{Cu}_2\text{O}(\text{SO}_4)_3$  [3], халькокианитом  $\text{CuSO}_4$  и К, Cu-основным сульфат-хлоридом. Путем сопоставления свойств показана тождественность толбачита искусственному соединению  $\text{CuCl}_2$  [4, 5]. Формула  $\text{CuCl}_2$  уже упоминалась как одна из возможных формул меланоталлита [3, 6–8]. Нами показано, что меланоталлит имеет химический состав  $\text{Cu}_2\text{OCl}_2$  и морфологически отличается от нового минерала [9].

В рентгенометрической картотеке [5] соединение  $\text{CuCl}_2$  было представлено под номером 1–0185 сначала непроиндицированными максимумами, затем частично проиндицированными и впоследствии не включалось в ежегодные определители картотеки как недостоверно охарактеризованное. Причиной явилась неустойчивость соединения на воздухе и присутствие в исследуемых препаратах продуктов его изменения. Это же затруднило диагностику и природных образцов  $\text{CuCl}_2$ .

Рентгенографирование толбачита осуществлялось на воздухе, в вазелине и в канадском бальзаме на дифрактометре ДРОН-2 в  $\text{CuK}_\alpha$ -излучении с германием в качестве внутреннего эталона (рис. 1). Съемка поликристаллов  $\text{CuCl}_2$  на воздухе оказалась неоконченной, поскольку они в течение 1 ч превращались в эриохальцит  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  [5] (карточка 13–145). Примесь эриохальцита была и в образце, смешанном с вазелином. Рентгенографирование образца, залитого бальзамом, обнаружило примесь  $\text{CuCl}$  (рис. 1а,  $2\theta \approx 28,5^\circ$ , [5], карточка 6–0344). Выделенные на этих рентгенограммах (рис. 1) максимумы толбачита приведены в табл. 1. Рассчитанные по ним значения параметров моноклинной ячейки (табл. 2) близки данным Веллса [4], впервые исследовавшего искусственные монокристаллы  $\text{CuCl}_2$ . Малое количество дифракционных максимумов  $\text{CuCl}_2$  (табл. 1) и их невысокое качество определили большие погрешности определения параметров как в данной работе, так и в работе Веллса.

В инкрустациях фумарол толбачит встречался в виде войлокоподобных, мохоподобных мягких образований светло-бурого цвета и пористых скрытокристаллических наростов ржаво-бурого цвета. Значительные скопления толбачита с примесью других минералов меди имели облик массивных корок мощностью до 5 см, нависавших над устьевой частью газовых выходов. В свежем изломе корки новый минерал обнаруживался по спутанно-волокнистым выделениям золотисто-бурого цвета с шелковистым блеском. Средний размер кристаллов 2 мм вдоль удлинения и 0,02 мм перпендикулярно удлинению. Микроскопическое изучение минерала прово-

\* Рассмотрено и рекомендовано к публикации Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 22 XII 1982 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 26 X 1982 г.

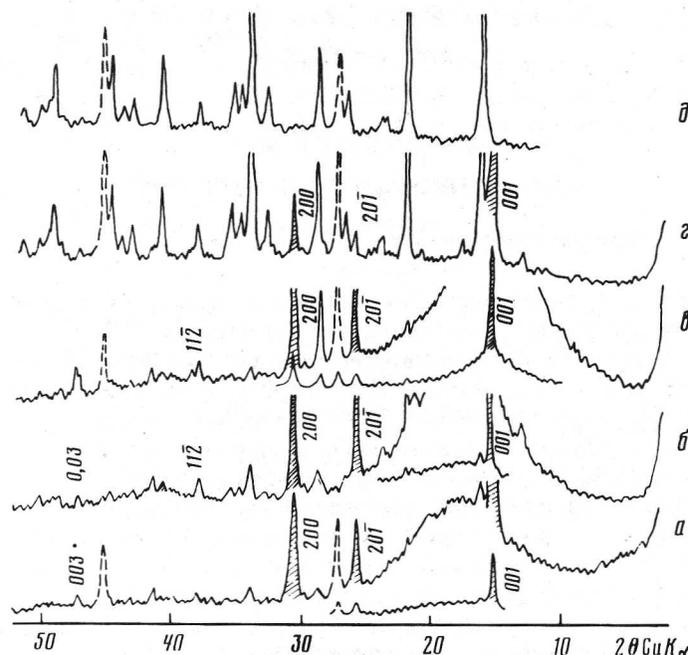


Рис. 1. Дифрактограммы толбачита  $\text{CuCl}_2$ , снятые при 20 мА: *a* – в техническом вазелине, *б* – в борном вазелине, *в* – в канадском бальзаме, *г* – на воздухе (толбачит – эриохальцит), *д* – на воздухе после 30-минутной выдержки (эриохальцит). Дифракционные пики толбачита заштрихованы, пики эталона Ge изображены пунктиром. Звездочками помечены кривые, пере- снятые в режиме 3 мА

дилось на кристаллах, залитых канадским бальзамом. Выделения индивидов имели тонкопластинчатый облик и сильно вытянутый треугольный до псевдоволокнистого габитуса контур, обусловленный ростом минерала из направленного газового потока. На поверхности выделений по удлинению была заметна тонкая штриховка. В проходящем свете минерал прозрачен. Плеохроизм отчетливый от бледных зеленовато-желтых тонов перпендикулярно удлинению до темно-бурых (коричневато-красных в более толстых зернах) параллельно удлинению. Погасание прямое относительно штриховки, удлинение положительное, двупреломление высокое. Показатели преломления не определялись, так как минерал реагировал с иммерсионными средами стандартного набора. По Веллсу [4], искусственные кристаллы  $\text{CuCl}_2$  уплощены по (001) и удлинены вдоль оси *b*, спайность совершенная по (001), плеохроизм сильный: перпендикулярно удлинению окраска желто-зеленая, параллельно удлинению – красно-коричневая.

Минерал хорошо растворяется в холодной воде. На воздухе (рис. 1) быстро переходит в эриохальцит со сменой бурой окраски на оливково-зеленую, затем голубую.

Ниже приведены результаты химического анализа (аналитик Т.А. Доброскок, ЦХЛ КТГУ) водной вытяжки образца, состоящего из толбачита, подчиненного количества эвхлорина и безводного основного сульфат-хлорида с приближенной формулой  $\text{KCu}_3\text{O}(\text{SO}_4)_2\text{Cl}$  [10], находящихся по данным микроскопии в равных количествах, а также незначительных количеств галита с сильвином ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ) и эриохальцита, который мог образоваться в процессе измельчения навески, мас. %:  $\text{Na}_2\text{O}$  0,74,  $\text{K}_2\text{O}$  1,50,  $\text{CuO}$  51,99,  $\text{PbO}$  0,11,  $\text{ZnO}$  0,30,  $\text{SO}_3$  4,24,  $\text{Cl}$  42,59,  $\text{H}_2\text{O}^+$  1,05,  $\text{H}_2\text{O}^-$  4,45, н.о. 2,68,  $-\text{O}=\text{Cl}_2$  9,61. Сумма 100,04. Вычитая медь, эквивалентную  $\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}^+$ , а также хлор, эквивалентный  $\text{H}_2\text{O}^+$  и щелочам в  $\text{K, Cu}$ -основном сульфат-

Таблица 1

Дебаеграмма толбачита в сопоставлении с данными по искусственному соединению  $\text{CuCl}_2$ 

Толбачит				$\text{CuCl}_2$ [4]			$\text{CuCl}_2$ [5] (карточка 1-0185)	
$I/I_1$	$d_{\text{изм}}, \text{Å}$	$d_{\text{выч}}, \text{Å}$	$hkl$	$I_{\text{набл}}$	$I_{\text{выч}}$	$hkl$	$I/I_1$	$d, \text{Å}$
100	5,76	5,77	001	<i>vs</i>	202	001	100	5,7
							3	5,4*
							7	4,01*
25	3,445	3,445	$20\bar{1}$	<i>s</i>	97	$20\bar{1}$	42	3,42
35	2,915	2,915	200	<i>vs</i>	309	200	66	2,90
							10	2,62*
3	2,373	2,373	$11\bar{2}$	<i>vs</i>	185	$11\bar{2}$	66	2,36
				<i>m</i>	40	$20\bar{3}$	3	2,20
3	1,923	1,922	003	<i>mv</i>	30	003	33	1,86

Примечание. Звездочкой отмечены линии, принадлежащие эриохальциту  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (см. [5], карточка 13-145).

Таблица 2

Кристаллохимические характеристики толбачита и искусственного соединения  $\text{CuCl}_2$ 

Параметр	Толбачит	$\text{CuCl}_2$ [4]	Параметр	Толбачит	$\text{CuCl}_2$ [4]
Сингония	Моноклинная	Моноклинная	$c, \text{Å}$	6,82 (2)	6,70
Простр. гр.	$C2/m$	$C2/m$	$\beta^\circ$	122,3 (2)	121,0
$Z$	2	2	$V, \text{Å}^3$	131,5 (6)	129,8
$a, \text{Å}$	6,89 (2)	6,85	$D_x, \text{г/см}^3$	3,42	3,44
$b, \text{Å}$	3,31 (1)	3,30			

хлориде и галите с сильвином, получим  $\text{CuO}$  39,00 и  $\text{Cl}$  33,99 мас.%, что соответствует  $\text{CuCl}_{1,96}$  и близко к  $\text{CuCl}_2$ .

Результаты химического анализа подтверждают рентгенометрическую и кристаллооптическую идентификацию нового минерала как  $\text{CuCl}_2$ . Он назван по месту находки толбачитом (tolbachite). Образцы хранятся в музее Ленинградского горного института.

Институт вулканологии  
Дальневосточного научного центра Академии наук СССР,  
Петропавловск-Камчатский  
Ленинградский государственный университет им. А.А. Жданова

Поступило  
17 I 1983

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федотов С.А., Чирков А.М., Андреев В.Н. и др. – Бюл. вулканол. станций, 1977, № 53, с. 3–12.
2. Федотов С.А., Ковалев Г.Н., Мархинин Е.К. и др. В сб.: Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении в 1975–1976 годах. М.: Наука, 1978, 254 с.
3. Zamboni F. Mineralogia vasuviana. 11 Ed. Napoli, 1935.
4. Wells A.F. – J. Chem. Soc., 1947, p. 1670–1675.
5. ASTM. Diffraction data cords and alphabetical and grouped numerical of X-ray diffraction data. Philadelphia, 1946–1969.
6. Дэна Дж.Д., Пэлач Э.С., Берман Г., Фрондель К. Система минералогии. М.: ИЛ, 1953, т. 11, полутом 1. 773 с.
7. Штрунц Х. Минералогические таблицы. М.: Госгортехиздат, 1962. 531 с.
8. Минералы, Справочник. М.: Изд-во АН СССР, т. 11, вып. 1, 1963. 295 с.
9. Вергасова Л.П., Филатов С.К. – Зап. ВМО, 1982, вып. 5, с. 562–565.
10. Вергасова Л.П., Черепова Т.А. – Бюл. вулканол. станций, 1979, № 56, с. 179–186.