

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГИПЕРГЕННЫХ МЕДНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕДНО-ЦИНКОВОГО ПРОЯВЛЕНИЯ В РАЙОНЕ КУНЕНЕ (НАМИБИЯ)

О. С. Ермолина¹, Е. В. Белогуб²

¹ – Южно-Уральский государственный университет, г. Миасс, *A_lira@rambler.ru*

² – Институт минералогии, УрО РАН, г. Миасс

Образцы, содержащие различные гипергенные минералы Cu, были отобраны во время геолого-поисковых работ в районе Кунене (Намибия) в зоне окисления одного из Cu-Zn проявлений, предположительно Цумеб-типа совместно с Р. Бовелом (геолог SRK Consulting).

Месторождения типа Цумеб представляют собой эпигенетическую Pb-Zn-Cu сульфидную минерализацию гидротермального замещения и выполнения трещин в позднепротерозойских неметаморфизованных доломитах [Ховелл, 2008]. Над месторождениями развиты зоны окисления с богатой гипергенной минерализацией, сформированные в аридных условиях.

Диагностика минералов проводилась в Институте минералогии УрО РАН (г. Миасс, Челябинская область, Россия) рентгенофазовым анализом (метод Дебая-Шеррера, камера РКД-57, Fe-анод, аналитик Е. Д. Зенович). Спектры пропускания минералов получены на Фурье-спектрометре Nexus-870 Termo Nicolet (аналитик Н. И. Кашигина). Химический анализ оценен с использованием портативного анализатора INNOV-X Alpha Series (аналитик П. В. Хворов)

Было отобрано два типа образцов. Первый тип представлен минералами, ассоциирующими с кварцем. Их диагностика не вызывает затруднений в связи с проявлением типичных свойств. Кристаллы брошантита и диоптаза обладают хорошей огранкой. Малахит образует игольчатые выделения изумрудно-зеленого цвета и вскипает с соляной кислотой. Духамелит $Pb_2Cu_4Bi(VO_4)_4(OH)_3 \cdot 8(H_2O)$ диагностирован с применением рентгенофазового и рентгенфлюоресцентного видов анализа.

Духамелит впервые был найден и описан в 1981 г. Д. И. Духамелем в Au-содержащих кварцевых жилах в районе Пэйсон (Аризона), где он встречается в виде скопления волокнистых оливково-зеленых агрегатов на хризоколле, а также отдельных кристаллов в кварце. Размер отдельных кристаллов по длине не превышает 0.4 мм, а в поперечном сечении 0.02 мм [www.mindat.org]. В 2001 г. духамелит был дискредитирован Комиссией по Новым минералам ММА и отнесен к группе аделита-деклуазита с общей формулой $AB(XO_4)(OH)$ [Krause, 2003], Ca-Bi-содержащей разновидности моттрамита.

Духамелит из района Кунене образует игольчатые кристаллы, расщепленные по призме на концах, и скопления волокнистых агрегатов оливково-зеленого цвета. Размер выделений не превышает 3 мм. Твердость около 3 по Моосу. Черта: желтовато-зеленая.

Второй тип образцов представлен трудноопределяемыми тонкозернистыми медными силикатами голубого, синего, зеленовато-синего цвета. Эта ассоциация пространственно связана с доломитизированными и окремненными известняками. Минералы образуют 1) светло-голубые сферолиты и плотные массы; 2) светло-синие землистые массы, при большом увеличении состоящие из пластинчатых выделений размером 0.1 мм; 3) темно-синие волокнистые или шестоватые, сферолитовые плотные агрегаты, иногда заключенных в светло-голубой плотной массе минерала 1.

Минерал 1 характеризуется раковистым изломом. Твердость 3.5–4. Блеск матовый. Рентгенограмма представляет собой гало, осложненное отражениями слабой интенсивности. Перечисленное характерно для рентгеноаморфной хризоколлы $(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4 \times nH_2O$.

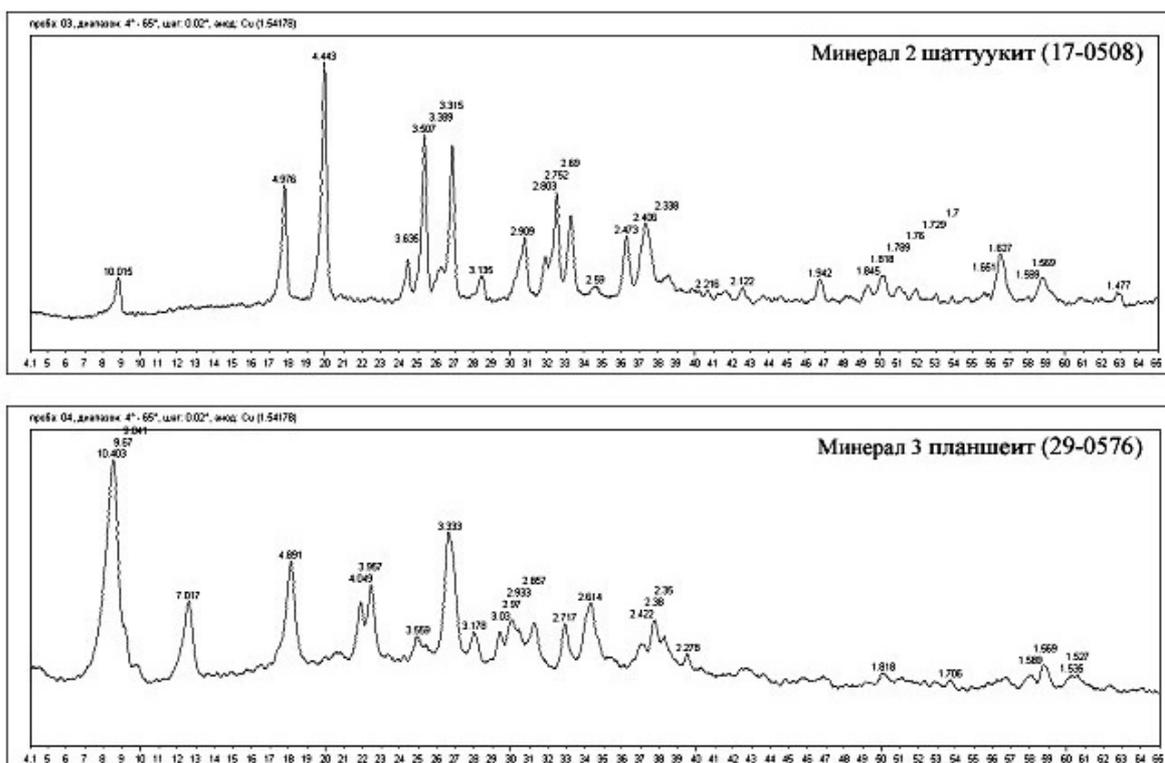


Рис. 1. Рентгенограммы минерала 2 и 3.

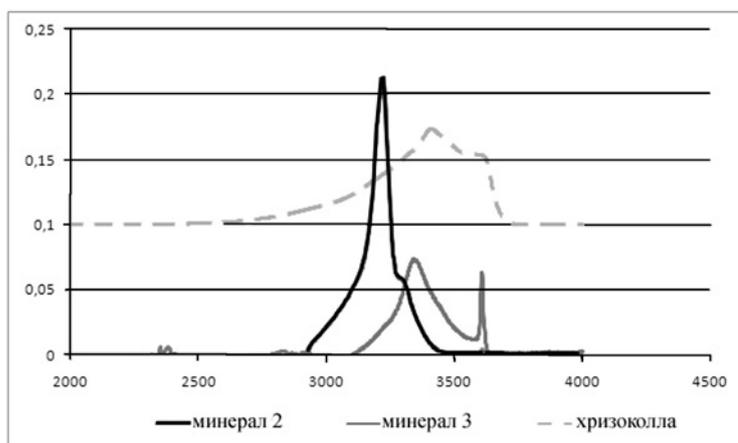


Рис. 2. Спектры пропускания минералов 2 и 3.

Минералы 2 и 3 предположительно представлены планшеитом $\text{Cu}_8(\text{OH})_4[\text{Si}_8\text{O}_{22}] \times \text{H}_2\text{O}$ и шаттукуитом $\text{Cu}_5(\text{OH})_2(\text{SiO}_3)_4$. Планшеит – голубой, синий или зеленовато-синий минерал ромбической сингонии. Впервые найден в 1908 г. на месторождении Сандра в Республики Конго. В дальнейшем планшеит был обнаружен в других регионах Конго, а также в Аргентине, Франции, Намибии и др. Шаттукуит также принадлежит ромбической сингонии. Цвет изменяется от светло до темно-синего. Впервые найден на месторождении Шаттук, Аризона в 1915 г. Был отмечен в Аргентине, Австрии, Германии и др. [www.mindat.org].

Дифрактограмма минерала 2 соответствует шаттукуиту (PDF № 17-0508). Он обладает упорядоченной пироксеноподобной структурой. Рентгенограммы шаттукуита имеет сходство с рядом эталонных рентгенограмм планшеита. Но в 1966 г. Evans и Mrose описали планшеит, отличный от предыдущих, которому соответствует амфиболоподобный минерал 3.

ИК-спектры пропускания минералов 2 и 3, пересчитанные в спектры оптической плотности с проведением базовой линии, сходны с опубликованными в [Evans, Mrose, 1977] (рис. 2). В спектре шаттукита (минерал 2) выделяется широкая полоса в области 3100–3400 см⁻¹, которую можно разложить на 2 составляющие, одна из которых соответствует колебаниям гидроксильной группировки с максимумом на 3200 см⁻¹. Широкая полоса может быть приписана свободной воде. Полученная форма спектра связана с дефектами в структуре планшеита в связи с присутствием кластеров шаттукита.

В спектре изученного нами планшеита (минерал 3) присутствуют 2 полосы, более широкая указывает на гидроксильную группировку с максимумом на 3400 см⁻¹. Узкая полоса, не отмеченная в работе [Evans, Mrose, 1977] в области 3600 см⁻¹ может быть сопоставлена с колебаниями гидроксильной группировки в гидроксидах металлов [Пантелеева и др., 2002]. Основной структуры планшеита являются амфиболовые ленты. В спектрах амфиболов широкая полоса колебаний группы (ОН) разбивается на четыре составляющих по числу возможных комбинаций и почти всегда представляет собой широкую полосу в интервале около 3615–3660 см⁻¹. Наиболее четко высокочастотная полоса, сопоставляемая с гидроксидной, проявлена для групп серпентина-каолинита и некоторых хлоритов [Farmer, 1974]. Близкую к слоистой структуру имеет хризоколла. Полученный нами спектр планшеита можно интерпретировать как суперпозицию спектра амфибола и гидроксида металла (слоистого силиката). Это предположение подкрепляется определенным сходством спектра планшеита со спектром хризоколлы (рис. 2). Возможность существования дефектов структуры в виде полимеризации амфиболовых лент во фрагменты слоев, может быть причиной появления узкой высокочастотной полосы, характерной для гидроксида металла.

Таким образом, гипергенные минералы планшеит и шаттукит, отобранные в районе Кунене (Намибия), несмотря на внешнее сходство, имеют различные рентгенограммы и ИК-спектры пропускания.

В целом рассмотренные группы минералов характерны для зоны окисления месторождения Цумеб-типа. [Lombaard et al., 1986].

Литература

Пантелеева М. В., Сайкова С. В., Пашков Г. Л., Николаева Р. Б. О составе и структуре Co(OH)₂, осаждённого с помощью анионита АВ-17-8 (ОН). Электронный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ» <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/048.pdf>.

Ховелл Д., Михайлов А., Баррет К. Обзор поисково-разведочных работ на четырех лицензионных участках в Северной Намибии. Отчет подготовлен для компании «СИНТЕЗ» компанией SRK Exploration Services. 2008.

Evans H. T., Mrose M. E. The crystal chemistry of the hydrous copper silicates, shattuckite and plancheite, *American Mineralogist*, 1977. V. 62. P. 491–502.

Farmer V. C. *The infrared Spectra of Minerals*. Mineralogical Society, London, 1974.

Lombaard A. F., Gunzel A., Innes J. and Kruger T. L. The Tsumeb lead-copper-zinc-silver deposit, South West Africa / Namibia. In: Anhaeusser, C. R. and Maske. S. (eds). *Mineral deposits of Southern Africa. Volume II*. Geological Society of South Africa, 1986. P. 1761–1787.

Werner K. U., Bernhardt H. J., Effenberger H. *Neues Jahrbuch für Mineralogie – Monatshefte*. Vol. 2003. Number 2. 1 February 2003. P. 75–96(22)

www.mindat.org