

Санкт-Петербургский государственный университет
(Геологический факультет и Научно-исследовательский институт Земной Коры)
Всероссийское минералогическое общество РАН
Российская Академия естественных наук

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ МУЗЕИ

Материалы
IV Международного Симпозиума
по истории минералогии и минералогических музеев
минералогии, геммологии, кристаллохимии и кристаллогенезису,
посвященного памятным датам
в истории минералогического музея СПбГУ:
225-летию со дня рождения Лоренца Панснера (1777–1871) и
200-летию со дня рождения Эрнста Гоффмана (1801–1871)

MINERALOGICAL MUSEUMS

Collected papers
of the IV International Symposium
on the History of Natural History Museums, Mineralogy,
Gemology, Crystal Chemistry and Crystallogenesis
dedicated to
225th Anniversary of Lorents Pansner (1777–1851) and
200th Anniversary of Ernest Hoffmann (1801–1871)

Санкт-Петербург, Россия
Saint-Petersburg, Russia
2002

бурого в тонких срезах) и, реже, шариков с сильным металлическим блеском на сферической поверхности. По данным рентгенографических исследований методом порошка установлено, что большая часть зерен имеет структуру типа ильменита (реже образцы рентгеноаморфны) и параметры элементарной ячейки, незначительно отличающиеся от параметров пиррофанита. Химический состав для разных зерен широко варьирует при сохранении равномерных содержаний элементов в объеме зерна. Указанные авторы приводят следующий состав минерала (мас.%): $\text{TiO}_2=30-53$; $\text{SiO}_2=8-30$; $\text{Al}_2\text{O}_3=1,6-6,3$; $\text{FeO}=5,1-13$; $\text{MnO}=6,4-15,5$; $\text{MgO}=2,1-4,4$; $\text{CaO}=3,8-15,7$; $\text{Na}_2\text{O}=0-1,4$; $\text{K}_2\text{O}=0-4$; $\text{Cr}_2\text{O}_3=0,1-0,3$. Установлена обратная зависимость между содержаниями TiO_2 и SiO_2 , на основании чего сделан вывод об изоморфизме Ti и Si в структуре минерала, и прямая — между содержаниями SiO_2 и Al_2O_3 .

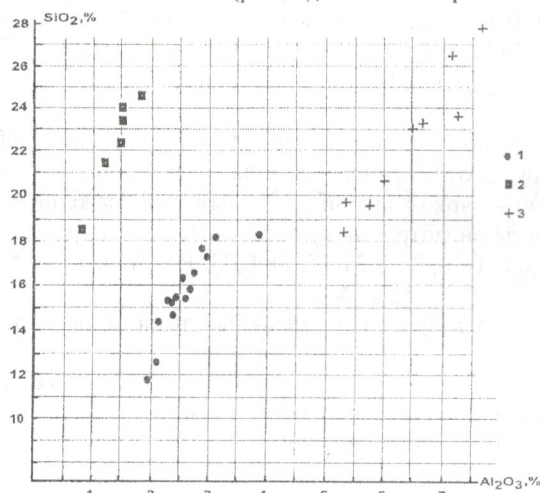
Изучение электромагнитных тяжелых фракций протолок проб эффузивных и субвулканических пород различного состава (андезиобазальтов, андезитов, риолитов, трахитов, щелочных лампрофиров) показало, что этот минерал пользуется широким распространением и в магматических породах Верхояно-Колымских мезозойд, где принимается за обычный ильменит. Общим для всех этих пород является быстрая скорость и высокая температура кристаллизации раннемагматических парагенезисов минералов. Минерал встречается также в гранитоидных массивах повышенной основности, где установлен в породах эндоконтактовых зон. В породах главной фации наблюдались зерна близкого суммарного состава, но с тонкими структурами распада, т.е. в условиях снижения температур и повышения водного давления минерал неустойчив.

Физические константы и состав минерала близки описанным Э.А. Шамшиной и Н.В. Заякиной [1]. Химический состав однородных зерен (мас.%): $\text{TiO}_2=26,6-52,2$; $\text{SiO}_2=8,8-27,8$; $\text{Al}_2\text{O}_3=1,5-7,7$; $\text{FeO}=4-18,8$; $\text{MnO}=3,8-17,9$; $\text{MgO}=2-4$; $\text{CaO}=2,1-20,4$; $\text{Na}_2\text{O}=0-2,4$; $\text{K}_2\text{O}=0-4,7$; $\text{Cr}_2\text{O}_3=0-0,23$. При этом Si и Ti связаны обратной зависимостью (рис. 1), что подтверждает мнение указанных авторов об изоморфизме этих элементов в структуре минерала. Достаточно отчетливо выражена также прямая зависимость между Si и Al (рис. 2), содержания которых зависят, видимо, как от температуры ликвидуса, так и от состава материнского расплава.

Хотя предстоит еще большая работа по изучению структуры минерала, данной публикацией мы хотели привлечь внимание других исследователей на возможность обнаружения аналогичного минерала (группы минералов) и в других породах и регионах, что позволит прояснить его генетическую природу.

Рис. 2. Соотношение SiO_2 и Al_2O_3 в кремнийсодержащем ильмените из магматических пород Верхояно-Колымских мезозойд (1-3 — см. рис. 1).

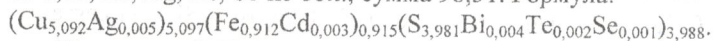
Fig. 2. Diagram of SiO_2 and Al_2O_3 contents in Si-bearing ilmenite from magmatic rocks of Verkhoyansk-Kolyma mesozooids (1-3 — see. Fig. 1).



(10–15 мас.% NiO) [2]. В доломите находятся ксеноморфные агрегаты размером до 2 мм халькогенидов меди: блеклые руды, халькозин, борнит, реже джарлеит и ковеллин. Тальк-магнезитовые метасоматиты содержат многочисленные ветвящиеся жилы крупнокристаллического доломита со светло-зеленым тальком и гематитом. В одной из таких жил в центральной части карьера обнаружены ксеноморфные выделения до 1 мм блеклых руд и халькозина. Возможно, именно в этих жилах сделана первая находка сульфидов меди на Шабровском месторождении [1]. Агрегаты халькогенидов меди частично замещены ярко-зелеными гипергенными карбонатами меди, что позволяет достаточно уверенно находить их в образцах.

Блеклые руды слагают ксеноморфные выделения размером до 0,5 мм в агрегатах доломита. В сростаниях с ними иногда присутствует борнит. Во всех найденных образцах блеклые руды в большей или меньшей степени замещены гипергенными халькозином, карбонатами, сульфатами и арсенатами меди. Оптические свойства блеклых руд стандартные. Их химический состав приведен в таблице. Блеклые руды из доломитовых мраморов представлены теннантитом и Sb-теннантитом, а из доломитовых прожилков — Асттетраздритом. Во всех случаях минерал является высокомедистым и железистым. Характерны небольшие примеси Se (до 0,16 мас. %) и Ag (до 0,14 мас. %). Обращает внимание отсутствие в составе блеклых руд цинка. Вероятно, это связано с их формированием среди измененных гипербазитов.

Борнит слагает неправильной формы выделения в доломите, а также сростания с блеклыми рудами. Иногда минерал содержит ламелли халькопирита. В отраженном свете минерал изотропный. Оптические свойства стандартные. Состав борнита (мас.%): Cu 63,22, Ag 0,11, Fe 9,94, Cd 0,06, Bi 0,16, Te 0,06, S 24,94, Se 0,02, Zn, Hg, As, Sb не обн., сумма 98,51. Формула:



Халькозин образует каемки замещения вокруг блеклых руд и борнита. В отраженном свете минерал серый со слабым голубоватым оттенком, слабо анизотропен. В некоторых выделениях отчетливо наблюдается совершенная спайность. Состав (мас.%): Cu 78,62, Ag 0,03, Zn 0,04, Fe 0,24, Hg 0,24, Cd 0,02, Bi 0,07, S 19,69, As, Sb, Te, Se не обн., сумма 98,95. Формула $(\text{Cu}_{1,997}\text{Fe}_{0,007}\text{Hg}_{0,002}\text{Zn}_{0,001})_{2,007}(\text{S}_{0,992}\text{Bi}_{0,001})_{0,993}$. Состав халькозина стехиометричен.

Джарлеит и **ковеллин** слагают мелкозернистые агрегаты по границам зерен халькозина, борнита, образуют частичные или полные псевдоморфозы по халькозину. В отраженном свете джарлеит отчетливо голубой, двуотражение слабое, анизотропия заметная. Ковеллин — ярко-голубой с сильным двуотражением (окраска меняется от темно-синей до светло-голубой). Эффекты анизотропии ярко розовые. Состав ковеллина (мас.%): Cu 66,19, Ag 0,32, Zn 0,05, Fe 0,04, Hg 0,23, Bi 0,03, Te 0,09, S 31,15, Se 0,03, Pb, Sn, Cd, As, Sb не обн., сумма 98,13. Формула $(\text{Cu}_{1,031}\text{Ag}_{0,003}\text{Zn}_{0,001}\text{Fe}_{0,001}\text{Hg}_{0,001})_{1,037}(\text{S}_{0,962}\text{Te}_{0,001})_{0,963}$.

Из-за малого размера выделений рентгенометрические характеристики описанных выше минералов получить не удалось.

Таблица

Химический состав (мас.%) блеклых руд из тальк-карбонатных метасоматитов
пропилитовой формации Шабровского месторождения
Compositions (wt.%) of fahlores from talc-carbonate propylite-type alteration

№	Cu	Ag	Zn	Fe	Hg	As	Sb	Bi	S	Se	Сумма
1	45,99	0,04	0,05	3,12	0,28	19,10	2,86	н.о.	27,01	0,16	98,61
2	45,28	0,14	0,18	3,27	н.о.	16,91	5,18	0,04	26,65	0,12	97,77
3	44,19	н.о.	0,04	2,62	н.о.	12,82	12,16	0,27	26,22	0,02	98,34
4	43,54	0,05	0,04	2,67	0,60	6,84	20,00	0,05	26,13	0,11	100,03

Примечания. Электронный микроскоп "Cameca SX-50" (кафедра минералогии МГУ), аналитики Н.Н.Кононкова и Н.Н.Коротаева. н.о. — элемент не обнаружен. Cd, Pb, Te, Sn — не обнаружены. Ан. 1–3 — теннантит-(Cu,Fe) из доломитовых мраморов, ан. 4 — тетраздрит-(Cu,Fe) из тальк-доломитовых прожилков.

1 — $(\text{Cu}_{9,994}\text{Ag}_{0,006})_{10,000}(\text{Cu}^{2+}_{1,024}\text{Fe}_{0,850}\text{Hg}_{0,022}\text{Zn}_{0,011})_{1,907}(\text{As}_{3,881}\text{Sb}_{0,358})_{4,239}(\text{S}_{12,822}\text{Se}_{0,032})_{12,854}$;

2 — $(\text{Cu}_{9,980}\text{Ag}_{0,020})_{10,000}(\text{Cu}^{2+}_{1,034}\text{Fe}_{0,906}\text{Zn}_{0,043})_{1,983}(\text{As}_{3,487}\text{Sb}_{0,658}\text{Bi}_{0,003})_{4,148}(\text{S}_{12,845}\text{Se}_{0,024})_{12,869}$;

3 — $\text{Cu}_{10,000}(\text{Cu}^{2+}_{1,003}\text{Fe}_{0,742}\text{Zn}_{0,010})_{1,755}(\text{As}_{2,707}\text{Sb}_{1,580}\text{Bi}_{0,020})_{4,307}(\text{S}_{12,935}\text{Se}_{0,003})_{12,938}$;

4 — $(\text{Cu}_{9,992}\text{Ag}_{0,008})_{10,000}(\text{Cu}^{2+}_{0,992}\text{Fe}_{0,766}\text{Hg}_{0,048}\text{Zn}_{0,009})_{1,815}(\text{Sb}_{2,634}\text{As}_{1,462}\text{Bi}_{0,004})_{4,100}(\text{S}_{13,063}\text{Se}_{0,022})_{13,085}$.

Формирование апогипербазитовых метасоматитов пропилитовой формации проходило в условиях весьма низкой активности серы и повышенной активности кислорода, о чем свидетельствует присутствие в породах Ni-талька и гематита. Блеклые руды возникли на завершающем этапе формирования тальк-магнезитовых метасоматитов, после образования Ni-талька и гематита. Вероятно, к концу процесса активность кислорода несколько понизилась, а активность серы повысилась, что привело к образованию борнита и богатых Cu^{2+} блеклых руд. И борнит, и блеклые руды в значительной степени, а местами целиком замещены гипергенным халькозином, а в отдельных участках — джарлеитом и ковеллином.

Литература: 1. Савина Д.Н. Гипергенные халькозин и джарлеит в тальк-карбонатных породах Шабровского месторождения талька, Средний Урал // Уральская летняя минералогическая школа–98. Екатеринбург: УГГА, 1998. С. 134–135. 2. Спиридонов Э.М. и др. Типоморфизм талька апогипербазитовых тальк-карбонатных метасоматитов Урала // Докл. РАН, 2000. Т. 372. № 3. С. 378–380.