

## **Редкие минералы марганцевых пород Учалинского медно-цинково-колчеданного месторождения (Южный Урал)**

(научный руководитель – к.г.-м.н. Е.Н. Перова)

Совместная локализация колчеданных руд и марганцевых пород, которая проявляется на территории Учалинского месторождения (Южный Урал), дает возможность наблюдать разнообразие редких минералов. Марганцевые породы Учалинского месторождения впервые были описаны П.И. Пирожком с соавторами [Пирожок и др., 2000, 2012]. В этих работах кратко описаны порообразующие минералы марганцевых пород. При дальнейшем изучении марганцевых пород, пространственно сопряженных с колчеданными рудами, впервые обнаружены некоторые редкие минералы. Образцы для изучения были предоставлены кафедре минералогии СПбГУ П.И. Пирожком и М.И. Орловым.

Учалинское месторождение располагается на восточной окраине г. Учалы, в северной части Магнитогорского мегасинклинория, на основании которого, сложенном вулканогенными породами, залегают вулканогенно-осадочные и осадочные толщи, выполняющие мульды. Подавляющее большинство рудных тел месторождения залегает в породах карамалыташской свиты, которая подразделяется на четыре толщи: базальтовую, кислых вулканитов, базальтовых и андезибазальтовых вулканитов и дацитовых, риодацитовых и риолитовых вулканитов [Серавкин и др., 1994].

На Учалинском месторождении установлены три типа марганцевых пород: родонитовые, пьезонтитовые и браунитовые [Пирожок и др., 2012]. Изученные нами редкие минералы располагаются в родонитовых породах, представленных пластовыми телами небольшой мощности, которые приурочены к андезибазальтовому и кремнистому комплексам, залегающим на северо-восточном фланге рудного поля [Пирожок и др., 2000]. Главными порообразующими минералами являются родонит, марганцевый гроссуляр, марганцевый андрадит, кальцит и тефроит [Пирожок и др., 2012]. В составе пород нами обнаружены редкие минералы – саркинит, свабит, черновит, а также редкоземельный минерал из группы эпидота. В ходе исследования четырех плоских полированных шлифов методом энергодисперсионного анализа был изучен химический состав минералов, а также формы выделения и минеральные ассоциации. Работы проведены с использованием ресурсов в РЦ «Геомодель» и РЦ «Микроскопии и микроанализа» СПбГУ.

*Саркинит*  $Mn_2AsO_4(OH)$  – марганцевый арсенат, который образует агрегаты размером 5–25 мкм в ассоциации с марганцевыми гумитами, якобитом, гаусманитом, родохрозитом и флюоритом. В некоторых выделениях саркинита встречаются включения кутнагорита. Саркинит содержит примесь  $CaO$  (табл. 1).

*Свабит*  $Ca_3(AsO_4)_3F$  – минерал из класса арсенато-фосфатов диагностирован в ассоциации с марганцевыми гумитами, бементитом и якобитом. Он найден как в виде единичных зерен, так и скоплений агрегатов не более 20 мкм. В химическом составе свабита определены примеси  $MnO$  и  $P_2O_5$  (табл. 1).

*Черновит*  $YAsO_4$  – редкоземельный арсенат – обнаружен в составе родонит-кальцитовой и кальцит-гумитовой ассоциаций. В кальцит-гумитовой ассоциации черновит представлен одиночным изометричным выделением размером до 1 мкм, контактирующим со сплошными гумитовыми массами. В родонит-кальцитовой ассоциации минерал представлен изометрич-

ными выделениями не более 7 мкм в ассоциации с родонитом и кальцитом. Химический состав черновита представлен в табл. 1, из которой видно, что позицию Y могут замещать PЗЭ.

Помимо описанных выше минералов в составе марганцевых пород обнаружен минерал из группы эпидота, содержащий в своем составе PЗЭ. Минерал найден в ассоциации с родонитом и марганцевым гроссуляром в виде скоплений агрегатов размером до 20 мкм или в виде единичных зерен, размеры которых не превышают 5 мкм. Химический состав и рассчитанные коэффициенты PЗЭ-эпидота по классификации, предложенной в работе [Armbuster et al., 2006], указывают на их принадлежность к изоморфному ряду эпидот-пьемонтит (табл. 2).

Образование описанных выше минералов, предположительно, связано с перекристаллизацией колчеданных руд, что, однако, не может объяснить содержание As. Данная работа подтверждает необходимость дальнейших исследований, нацеленных на более полное описание минералогии марганцевых проявлений Учалинского месторождения.

Таблица 1

**Химический состав (мас. %) и коэффициенты в формуле минералов**

Компоненты	Саркинит		Свабит		Черновит	
	1	2	1	2	1	2
SiO <sub>2</sub>	0.56	0.00	1.07	0.00	18.92	2.10
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42.55	42.84	51.64	53.58	27.52	42.82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00
CaO	0.44	1.15	42.67	42.58	6.08	4.24
MnO	53.97	53.14	1.12	1.63	20.87	2.18
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	6.08	35.32
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.69
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.48
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57
F	0.00	0.00	2.05	2.14	0.00	0.00
Сумма	97.51	97.13	98.84	99.93	100.00	98.66
Коэффициенты в кристаллохимической формуле						
Si	0.02	0.00	0.11	0.00	0.51	0.07
As	0.97	0.98	2.88	2.99	0.45	0.91
P	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Сумма	0.99	0.98	3.02	2.99	1.04	0.98
Ca	0.02	0.05	4.88	4.87	0.00	0.16
Mn	1.99	1.97	0.10	0.15	0.00	0.06
Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66
Gd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Dy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Nd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Sm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Er	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Yb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Сумма	2.01	2.02	4.98	5.01	0.96	0.99
F	0.00	0.00	0.69	0.72	0.00	0.00

Примечание. Расчет формул минералов проводился на четыре, восемь и два катиона для саркинита, свабита и черновита, соответственно, по методике [Булах и др., 2014].

## Химический состав (мас. %) и коэффициенты в формуле минерала группы эпидота

Компоненты	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	34.15	33.62	33.31	34.70	37.9
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.15	6.45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.9	20.35	15.97	21.07	18.84
FeO	6.44	5.10	11.66	1.95	4.84
MnO	6.23	6.52	5.19	11.89	5.50
MgO	0.00	0.00	0.97	0.34	1.03
CaO	15.98	16.27	16.97	17.44	19.27
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.57	0.21	0.00	0.00	0.00
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.07	0.76	2.37	0.98	0.00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.58	1.65	4.23	1.44	1.15
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.02	2.65	2.11	0.89	0.00
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.83	0.50	0.00	0.00	0.00
Сумма	91.42	88.28	92.78	90.87	94.98
Коэффициенты в формуле					
Ca	1.53	1.55	1.62	1.67	1.84
Y	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
La	0.03	0.03	0.08	0.03	0.00
Ce	0.05	0.05	0.14	0.05	0.03
Pr	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
Nd	0.09	0.08	0.07	0.03	0.00
Sm	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
Сумма REE	0.25	0.21	0.29	0.10	0.03
Mn <sup>2+</sup>	0.10	0.00	0.09	0.23	0.00
Сумма А	1.88	1.76	2.00	2.00	1.87
Mn <sup>2+</sup>	0.01	0.00	0.18	0.02	0.00
Mn <sup>3+</sup>	0.35	0.49	0.13	0.62	0.37
Fe <sup>3+</sup>	0.47	0.38	0.88	0.14	0.32
Fe <sup>2+</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.13	0.04	0.12
Al	2.16	2.14	1.70	2.15	1.76
Ti	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38
Сумма М	3.00	3.01	3.01	2.98	2.95
Si	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ОН	1.20	1.22	1.18	1.46	1.10
О	11.80	11.78	11.82	11.54	11.90

Примечание. Расчет проводился на три катиона в позиции Si по методике [Булах и др., 2014].

## Литература

Булах А.Г., Золотарев А.А., Кривовичев В.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб: СПбГУ, 2014. 132 с.

Пирожок П.И., Перова Е.Н., Орлов М.П. Марганцевая минерализация Учалинского медно-колчеданного месторождения // Металлогения древних и современных океанов-2000. Открытие, оценка, освоение месторождений. Миасс: ИМин УрО РАН, 2000. С. 78–182.

Пирожок П.И., Перова Е.Н., Орлов М.П. К вопросу о марганцевой минерализации на Учалинском месторождении (Южный Урал) // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Уфа, 2012. № 9. С. 183–187.

Серавкин И.Б., Пирожок П.И., Скурафов В.Н. Минеральные ресурсы Учалинского ГОКа. Уфа: Башкирское книжное издательство, 1994. 328 с.

Armbruster T., Bonazzi P., Akasaka M., Bermanec V., Chopi N.C., Gieré R., Heuss-Assbichler S., Liebscher A., Menchetti S., Pan Yu., Pasero M. Recommended nomenclature of epidote-group minerals // European Journal of Mineralogy. 2006. Vol. 18. P. 551–567.

**Л.Р. Тагирова<sup>1</sup>, Р.Р. Хасанов<sup>1</sup>, И.Ф. Каюмов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань  
leisan.tagirova@bk.ru

<sup>2</sup> – ООО Геотехцентр, г. Орск

### **Минеральный и химический состав руд Западно-Ащевутакского колчеданного месторождения (Орское Зауралье)**

Рудная минерализация колчеданного типа широко распространена на Южном Урале в пределах Магнитогорской мегазоны и связана с островодужными вулканогенными формациями [Медноколчеданные..., 1988; Косарев, 2010]. Западно-Ащевутакское месторождение медно-цинковых руд находится в Домбаровском и Новоорском районах Оренбургской области и относится к Ащевутакскому рудному району, который расположен в пределах Ащевутакско-Джусинской структурно-формационной зоны Восточно-Магнитогорской палеоостровной дуги [Косарев, 2013; Гаськов, 2015]. Промышленное значение месторождения определяется высокой ценностью и востребованностью главного компонента руд – Cu. В настоящей работе приведены результаты минералого-геохимического исследования рудной минерализации месторождения.

Месторождение приурочено к Ащевутакскому плутоно-вулканическому комплексу (D<sub>2</sub>–D<sub>3</sub>fr), где рудные тела залегают между толщами вулканитов преимущественно среднего и кислого состава. В пределах Западно-Ащевутакского месторождения выделено одно мало-мощное рудное тело пластообразной формы [Гаськов, 2015]. Главными рудными минералами являются пирит, халькопирит и сфалерит, второстепенными – галенит, теннантит, марказит и др. [Каюмов и др., 2017]. Нерудные минералы представлены кварцем, карбонатами и баритом. По содержаниям главных компонентов руды на месторождении разделены на медные и медно-цинковые типы. Структуры руд обычно зернистые, текстуры – массивные, прожилково-вкрапленные и брекчиевые. По структурно-текстурным особенностям руды подразделяются на два основных промышленных типа – сплошные и вкрапленные.

Образцы руд были изучены при помощи поляризационного микроскопа в отраженном свете. По морфологическим признакам в них можно выделить до трех генераций главных рудных минералов (пирит, халькопирит и сфалерит), характеризующих различные стадии формирования медно-цинковой минерализации.

Сплошные руды слагают большую часть рудного тела. Они характеризуются массивной, реже полосчатой текстурой и мелкозернистой структурой. В минеральном составе руд преобладают пирит, халькопирит и, реже, сфалерит. Второстепенные минералы представлены ковеллином, халькозином, борнитом, арсенопиритом, гематитом, марказитом и мельниковитом. Из нерудных минералов встречаются хлорит и серицит.

Вкрапленные руды обладают вкрапленной или прожилково-вкрапленной текстурой и преимущественно среднезернистой структурой. Главные рудные минералы представлены пи-