## ГЛИНОЗЕМИСТЫЕ ПОРОДЫ САФЬЯНОВСКОГО КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

## В.П. Молошаг, Е.И. Сорока, Т.Я. Гуляева, В.Г. Петрищева, А.С. Иванов

Рудное поле Сафьяновского месторождения локализовано в южной части Режевской структурно-формационной зоны. В нем выделяются три тектонических пластины горных пород, надвинутых друг на друга с запада на восток и разделенных надвигами с западным падением под углом 25-45° [Коровко и др., 1988]. Верхняя пластина представлена офиолитами, выходящими на поверхность в юго-западной части рудного поля. Средняя пластина представлена вулканитами кислого и среднего состава с прослоями вулканогенно-осадочных и осадочных пород раннедевонского возраста. Нижняя пластина сложена позднедевонскими туфами андезито-базальтов, визейскими известняками и углисто-глинистыми сланцами [Коровко и др., 1988].

В карьере вскрыты вулканиты средней (Сафьяновской) пластины. Геологическим картированием в них установлен ряд разрывных нарушений, из которых наиболее крупными являются субмеридиональные Сафьяновский и Восточный разломы. Главная залежь массивных колчеданных руд имеет длину 400 м при ширине до 140 м. Западный ее контакт совпадает с Сафьяновским разломом, а восточный – близок к Восточному разлому, имеющему западное и северозападное падение под углом от 50 до 80°. Южный фланг этой залежи выклинивается, а северный фланг представляет серию апофиз. Апофизы сложены массивным медным колчеданом и прожилково-вкрапленными рудами. В западной части Главной залежи развит преимущественно медный колчедан, а в юго-восточной – медно-цинковый колчедан. Вблизи западного контакта залежи выделяется субмеридиональная зона богатых медных руд шириной от 2 до 30 м. Залежь массивных руд оконтурена с запада прожилково-вкрапленными медными рудами.

Авторами изучались серицит-кварцевые метасоматиты контактовой зоны рудных тел Главной залежи на разведочных линиях 5, 6, 7 и горизонтах 140,0, 130,0 и 120,0 м. Метасоматиты ранее были охарактеризованы в работах [Коровко и др., 1988; Грабежев и др., 2001]. В бортах карьера в тектонической зоне субмеридиональных разломов руда перемежается с обеленными породами преимущественно кварцевого состава. На горизонте 140,0 м между линиями 5-7 установлена наиболее мощная зона обеленных пород, из которой был отобран ряд образцов на разном удалении (до 4-х м) от контакта с рудными телами. Рентгенофазовый анализ отобранных образцов, выполненный в ИГГ УрО РАН, показал наличие каолинита во всех образцах обеленных пород, а также в незначительное количество гипса и барита. В некоторых образцах присутствуют диаспор и пирофиллит (обр.13/05). Между линиями 6-7 в 4-х м от контакта с рудной зоной, представленной богатыми медновкрапленными рудами, состав пород преимущественно кварц-хлоритовый с каолинитом и пиритом. В образце 15/ 05 установлены признаки хлоритоида. Ближе к контакту с рудной зоной, представленной медным колчеданом, обеленная зона имеет каолиТаблица 1

Химический состав гойяцита, (мас.%)

Место- рождение	Серра де Эспинха- чо, Баийя,	Сафья- новское	Сафья- новское
	Бразилия		
Образец №		22/01	22/01
$P_2O_5$	33,91	26,16	25,64
SO <sub>3</sub>	0,47	0,60	0,75
SiO <sub>2</sub>	0,02	1,20	1,97
TiO <sub>2</sub>	0,01	н.о.	н.о.
$Al_2O_3$	36,67	31,15	29,84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	н.о.	0,53	0,44
FeO	0,13	н.о.	н.о.
MgO	0,01	н.о.	н.о.
CaO	6,35	н.о.	н.о.
SrO	11,87	14,50	13,58
BaO		1,75	2,43
$La_2O_3$		2,09	1,77
$Ce_2O_3$		3,61	3,27
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,08	1,51
Na <sub>2</sub> O	н.о.	н.о.	н.о.
K <sub>2</sub> O	0,02	н.о.	н.о.
Сумма	89,56	82,67	81,20

Примечание. Аналитик В.Н. Филиппов, JSM-6400, энергодисперсионный спектрометр «Link» (ИГ Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар), пустые клетки – нет данных об анализах.

нит-кварцевый состав с незначительным количеством хлорита. Непосредственно на контакте с рудной зоной, представленной медным колчеданом, между линиями 5-6, сильно рассланцованная порода состоит из кварца, гидрослюды, каолинита и пирита (обр.18/05). Отмечаются более светлые прожилки (обр.19/05) с алунитом и пиритом.

С целью подтверждения наличия каолинита и алунита был проведен термовесовой анализ проб из трех образцов (19/05, 18/05, 16/05) на дериватографе «Q-1500D». Анализ подтвердил наличие каолинита и алунита в образце 19/05 (до 25 % и 52 %). Для каолинита характерен пик дегидратации при температуре 572° и экзотермический пик при 985 °C. Для алунита выделяется два эндотермических максимума, первый на 560 °C, связанный с потерей конституционной воды, и второй – на 820 °C, обусловленный диссоциацией безводных квасцов. На дифрактограммах по картотеке ASTM (14-136) установлены пики отражения алунита: 2,99; 2,29; 4,96; 1,92; 5,77.

Нужно отметить, что каолинит и алунит часто встречаются в современных областях активного вулканизма, например, Курило-Камчатской области. Здесь они возникают либо в результате гидролиза силикатов вулканических пород при воздействии на них гидротермальных растворов, либо каолинит и другие глинистые минералы образуются при взаимной коагуляции кремнезема и глинозема в кислых термальных водах [Набоко, 1968]. Возрастные взаимоотношения глиноземистых минералов и сульфидов установить пока не удалось.

Минералогическими исследованиями впервые для колчеданных месторождений был обнаружен алюминий-стронциевый фосфат, состав которого по предварительным данным соответствует гойяциту SrAl<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)(HPO<sub>4</sub>)(OH)<sub>6</sub> с примесями редких земель (табл. 1). Он встречается в сростках с баритом и сульфидами. В проходящем свете минерал практически идентичен бариту, отличаясь от него наличием плеохроизма. Ранее было установлено, что наблюдаемые особенности распределения редкоземельных элементов в околорудных метасоматитах Сафьяновского месторождения согласуются с их накоплением в фосфатных минералах [Молошаг, Прокин и др., 2005]. Находка гойяцита подтверждает ведущую роль фосфатов в качестве минералов-носителей редких земель в рудах и околорудных породах Сафьяновского месторождения. Описанные в литературе находки гойяцита в песчаниках Миттерберг (Австрия) и на каолиновом месторождении Лорхайм, Рейнские сланцевые горы (Германия), объясняются аутигенным его происхождением [Dill, 2001]. В целом, такая трактовка близка к существующим представлениям о генезисе руд колчеданных месторождений. По данным обзорных публикаций, на месторождениях алунита довольно часто отмечаются фосфор-алюминиевые сульфаты и арсенаты с примесями редких земель, а также их собственные минералы [Dill, 2001; Morteani, Ackermand, 2004; Rainbow et al., 2005].

Наличие глиноземистых минералов в рудах Сафьяновского месторождения подтверждает предположение о близости его к колчеданным месторождениям малокавказского типа с характерными признаками проявления особой высокосульфидизированной стадии их эволюции [Прокин, Буслаев и др., 2002].

## Список литературы

Грабежев А.И., Молошаг В.П., Сотников В.И. и др. Метасоматический ореол Сафьяновского Zn-Сu месторождения, Средний Урал // Петрология. 2001. Т. 9. № 3. С. 294-312.

## РУДООБРАЗОВАНИЕ, МЕТАЛЛОГЕНИЯ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Коровко А.В., Грабежев А.И., Двоеглазов Д.А. Метасоматический ореол Сафьяновского цинковомедного месторождения (Средний Урал) // Докл. АН СССР.1988. Т. 303. № 3. С. 692-695.

Молошаг В.П., Прокин В.А., Удачин В.Н., Сорока Е.И. Распределение редкоземельных и редких элементов в субвулканических породах Сафьяновского месторождения // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 192-198.

Набоко С.И. Фации гидротермальных глин и аргиллизированных пород среди современных гидротермально-измененных пород // Каолиновые месторождения и их генезис. Междунар. Геол. Конгресс, XXIII сессия. М.: Наука, 1968. С. 83-91.

Прокин В.А., Буслаев Ф.П., Молошаг В.П., Малюгин В.А. Геология Сафьяновского медноколчеданного месторождения (по результатам картирования карьера) // Ежегодник-2001. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 276-281.

*Dill G.H.* The geology of aluminium phosphates and sulphates of the alunite group minerals: a review // Earth-Science Reviews. 2001. V. 53. P. 35-93.

*Morteani G., Ackermand D.* Mineralogy and geochemistry of Al-phospate and Al-borosilicatebearing metaquartzites of the northern Serra do Espihaco (State of Bahia, Brasil) // Mineralogy and Petrology. 2004. V. 80. № 1-2. P. 59-81.

Rainbow A., Clark A.H., Kyser T.K., Gabory F., Hodson C.J. The Pierina epithermal Au-Ag deposit, Ancasu, Peru: paragenetic relationships, alunite textures, and stable-isotope geochemistry // Chem. Geol. 2005. V. 215. P. 235-252.