

Таким образом, изученные руды Западно-Ащевутакского месторождения характеризуются определенной последовательностью кристаллизации минералов. Минералообразование происходило в две стадии. В первую стадию, в результате привноса Fe и Cu, кристаллизовались основные рудные минералы (пирит, халькопирит). На второй стадии происходило осаждение Zn и большого количества сопутствующих металлов (в т. ч. РЗЭ) с образованием более широкого спектра сульфидов (сфалерита, теннантита, галенита и др.).

Литература

- Бутузова Г.Ю. Гидротермально-осадочное рудообразование в Мировом океане. М.: ГЕОС, 2003. 156 с.
- Гаськов И.В. Особенности развития колчеданных рудно-магматических систем в островодужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Литосфера. 2015. № 2. С. 17–39.
- Каюмов И.Ф., Галиченко В.Н., Гордеева Н.В., и др. Отчет о проведении оценочных работ на месторождении медно-цинковых руд Западно-Ащевутакское с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.2017 г. Геологический отчет. Орск: Росгеолфонд, Центральное фондохранилище, 2017.
- Косарев А.М. Геохимические особенности вулканогенных формаций Южного Урала и их продуктивность на колчеданное оруденение // Литосфера. 2010. № 3. С. 177–184.
- Косарев А.М. Колчеданосные вулканические пояса Магнитогорской мегазоны на Южном Урале // Колчеданные месторождения – геология, поиски, добыча и переработка руд. Мат. Всерос. научн. конф. (V Чтения пам. С.Н. Иванова). Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2013. С. 80–82.
- Медноколчеданные месторождения Урала. Геологическое строение / Прокин В.А., Буслаев Ф.П., Исмагилов М.И. и др. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.
- Серавкин И.Б. Проблемы и некоторые результаты изучения колчеданных месторождений Южного Урала // Геологический сборник. Информационные материалы: юбилейный выпуск. Уфа: Уфимский научный центр, Институт геологии, 2001. С. 133–151.

Н.Р. Аюпова, Е.В. Сафина

*Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН,
Институт минералогии, г. Миасс
ayupova@mineralogy.ru*

Минеральный состав пород надрудной слоистой пачки медно-цинково-колчеданного месторождения Лаханос (Восточные Понтиды)

Медно-цинково-колчеданное месторождение Лаханос расположено в юго-западной части осадочно-вулканогенного пояса Восточных Понтид (Турция) и ассоциирует с бимодальным островодужным комплексом мезозойского океана Тетис. В геологическом строении месторождения участвуют три серии вулканических пород: 1) нижняя базальтовая, состоящая из толеитовых базальтовых лав (C_2t), 2) нижняя дацитовая, сложенная лавами кислых вулкаников и их вулканокластитов с переслаивающимися известняками (C_{2cp-cm}) и 3) верхняя вулканическая, представленная потоками и пирокластикой пироксеновых базальтов и андезитов (C_{2cm-e}) [Özgür, 1993]. Рудные тела приурочены к нижнему горизонту вулканогенно-осадочных пород дацитового состава и перекрываются крупно-кварцевыми риолитами [Leitch, 1981; Özgür, 1993]. Месторождение представлено двумя линзами протяженностью 700 м, шириной 400 м и наибольшей мощностью до 40 м [Leitch, 1981]. Под рудными телами находится зона серицит-кварцевых метасоматитов. В нижней части рудных тел залегают массивные пиритовые руды, которые к кровле сменяются барит и теннантит-галенит-сфалерит-борнит-халько-

пиритовыми рудами. Значительный объем руд составляют сульфидные брекчии и турбидиты [Revan et al., 2014]. Над рудным телом на всем его протяжении (~600 м) залегает слоистая пачка (мощностью 0.5–1.5 м), сложенная переслаивающимися госсанитами, разноцветными аргиллитами и гиалокластогенными песчаниками кислого состава [Аюпова, Масленников, 2013]. Подобные рудоносные отложения фиксируют положение уровней сульфидоотложения и могут быть опознаны в геологическом разрезе рудовмещающих толщ Восточных Понтид [Revan et al., 2019].

В данной работе рассмотрен минеральный состав пород слоистой пачки с целью установления источника вещества для их формирования и степени преобразования. Минеральный состав пород изучен под микроскопом Olympus BX51. Химический состав минералов исследован с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3 sbu с энергодисперсионным анализатором Oxford Instruments X-act (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, аналитик И.А. Блинов). Количественный анализ проведен с использованием эталонов MINM-25-53 фирмы «ASTIMEX Scientific Limited» (стандарт № 01-044) и стандарт № 1362 фирмы «Microanalysis Consultants Ltd.».

Мелкообломочные кластогенные руды в кровле рудного тела непосредственно перекрываются тонкослоистыми (мощность слоев до 0.4 мм), неравномерно окрашенными в красновато-бурые цвета продуктами субмаринного окисления колчеданных руд – *госсанитами*. Для них характерны обломки руды изометричной формы с признаками растворения и замещения тонкодисперсными оксидами Fe и более поздние сегрегации фрамбоидального пирита и марказит-пиритовые конкреции [Аюпова, Масленников, 2013; Масленников и др., 2017]. С сульфидной минерализацией тесно ассоциируют самородное золото, теннантит, галенит, айкинит, витихенит и эмплектит. Не менее важным компонентом госсанитов являются угловатые и сглаженно-угловатые фрагменты тонкообломочного (до 30 мкм) вулканического стекла, замещенные тонкозернистыми агрегатами кварца с примесью тонкочешуйчатых выделений монтмориллонита и иллита, окруженные каймой из окси-гидроксидов Fe. Цементирующая масса представлена тонкодисперсным глинисто-железисто-кремнистым материалом с многочисленными включениями кристаллов апатита.

В основной глинисто-железисто-кремнистой массе отдельных слоев госсанитов обнаружены округлые образования (диаметр до 60 мкм) карбонатно-кремнистого состава, по внутреннему строению соответствующие радиоляриям и редко – фораминиферам (рис. а). В единичных случаях присутствуют бактериоморфные образования длиной до 200 мкм клетчатого строения (размер 7–10 мкм), состоящие из сидерита.

Розовые, белые и серые *аргиллиты* представляют собой микрослоистые породы с характерными признаками текстур оплывания слоев и тонкой вкрапленностью пирита с размером отдельных кристаллов до 60 мкм; наблюдаются линзовидные выделения из фрамбоидов пирита. В основной глинисто-кремнистой массе аргиллитов сосредоточены обломки вулканического стекла размером до 150 мкм, которые замещены монтмориллонит-кварцевым веществом. В межобломочном пространстве присутствуют удлиненно-призматические кристаллы апатита. В аргиллитах обнаружены строматолитовые структуры (рис. в), а в единичных случаях аморфное органическое вещество темно-коричневого цвета сложных форм.

Гиалокластогенные песчаники характеризуются мелкозернистой структурой, микрослоистой и микролинзовидной текстурами. Новообразованные формы пирита представлены одиночными идиоморфными кристаллами размером до 60 мкм и их скоплениями, для которых характерна широкая кайма (до 20 мкм) из волокнистого карбоната с примесью монтмориллонита. Основная масса породы состоит из железисто-глинистого вещества. Железистое вещество тонкодисперсное и развивается по породе неравномерно. Размеры угловатых фрагментов вулканического стекла варьируют от мельчайших до крупных (200–500 мкм). Повсеместно

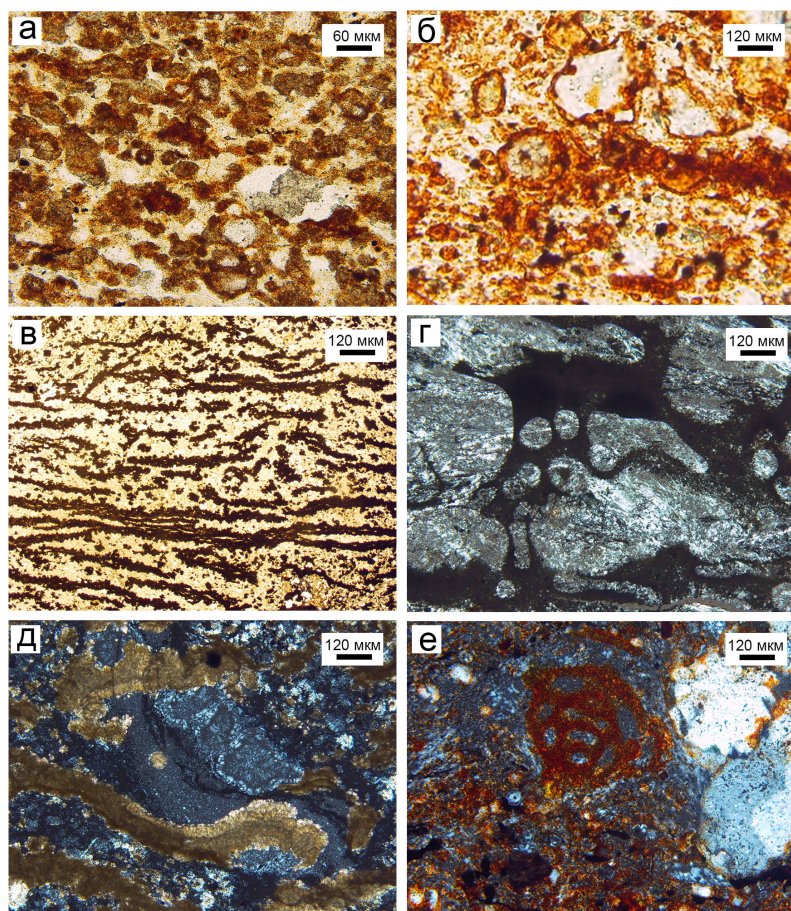


Рис. Биогенные структуры в породах надрудной слоистой пачки месторождения Лаханос: а, б – скелетные остатки радиолярий, фораминифер и бактериоморфные структуры в госсанитовых слоях; аргиллиты: в – строматолитовые структуры, г – углеродистое вещество в межбломочном пространстве (темно-коричневое); гиалокластогенные песчаники: д – зональные трубообразные формы, е – раковина фораминифер. Фото а–в – поляризованный свет, г–е – с анализатором.

наблюдается замещение их мелкозернистыми агрегатами кварца и монтмориллонитом волокнистой структуры, редко в этой ассоциации присутствуют пластинки иллита. Карбонаты распространены в виде линзовидных (до 1 мм) обособлений или равномерно рассеяны в виде тонких агрегатов (кальцит), сферолитовых образований (анкерит) и ромбоэдрических форм (сидерит). Апатит встречается часто в виде удлиненно-призматических кристаллов размером до 30 мкм.

В гиалокластогенных песчаниках установлены биогенные структуры в виде длинных кустистых трубчатых форм длиной до 2 мм и диаметром до 60–70 мкм, сложенных карбонатным материалом (рис. д). «Трубки» имеют трехслойное строение: центральная ось толщиной 5–10 мкм с неровными границами сложена кальцитом, промежуточная зона более темного цвета мощностью до 10 мкм с ровными краями состоит из анкерита, и широкая (до 30–50 мкм) более светлая периферийная зона представлена крустификационным кальцитом. В породе установлены многочисленные раковины фораминифер (размер до 80 мкм) с отчетливой камерной структурой, выделяющиеся на фоне основной массы породы темной окраской (рис. е).

Таким образом, изученная слоистая пачка, приуроченная к кровле рудной залежи, сформировалась в пелагических условиях океана. Отсутствие крупнообломочного материала, неокатанность обломков и обилие матрикса позволяют полагать, что осадконакопление происходило в гидродинамически спокойных условиях.

Минеральный состав изученных пород показывает родство их вещественного состава. Для всех разновидностей пород характерно присутствие гиалокластического материала, неравномерно преобразованного в глинисто-кремнистую массу в результате процессов гальмиролиза. Наиболее высокие содержания сульфидного материала, тонкодисперсных оксидов Fe и кварца характерны для госсанитов, перекрывающих обломочные руды, формирование которых связано с окислением сульфидного материала. Появление в составе аргиллитов фрамбоидального пирита и углеродистого вещества, а также тонкой вкрапленности пирита в аргиллитах указывают на условия проявления сульфатредуцирующих процессов. Для гиалокластогенных песчаников характерно обилие карбонатного материала и хорошая сохранность раковин фораминифер, что свидетельствует о глубинах формирования пород выше уровня карбонатной компенсации. Обилие апатита в породах может быть связано с выпадением фосфатных соединений вследствие частичного растворения примеси карбонатов в околорудных условиях [Коссовская, Шутов, 1984]. Содержание в отложениях богатой планктонной микрофауны (радиолярий и фораминифер), наличие трубчатых и бактериоморфных структур, а также углеродистого и фосфатного веществ в изученных отложениях указывают на существенный вклад биогенного материала при их формировании.

Авторы выражают благодарность В.В. Масленникову и М.К. Ревану за сотрудничество и предоставленные образцы для исследований.

Литература

Аюпова Н.Р., Масленников В.В. Сульфовисмутиды в окисдно-железистых продуктах субмаринного окисления обломочных руд медно-цинково-колчеданного месторождения Лаханос (Турция) // ЗРМО. 2013. № 2. С. 83–93.

Коссовская А.Г., Шутов В.Д. Основные черты аутигенного силикатного минералообразования в осадочном слое и измененных базальтах океанов // Геология дна океанов по данным глубоководного бурения. М.: Наука, 1984. С. 112–130.

Масленников В.В., Аюпова Н.Р., Артемьев Д.А., Целуйко А.С. Микротопохимия марказит-пиритовой конкреции в иллит-гематитовых госсанитах медно-цинково-колчеданного месторождения Лаханос (Понтиды, Турция) по данным ЛА-ИСП-МС // Минералогия. 2017. № 3. С. 48–70.

Leitch C.H. B. Mineralogy and texture of the Lahanos and Kisilkaya massive sulfide deposits, Northeastern Turkey, and their similarity to Kuroko ores // Mineralium Deposita. 1981. Vol. 16. P. 241–257.

Özgür N. Volcanogenic massive sulfide deposits in the East Pontic metallotect, NE Turkey // Resource Geology Special Issue. 1993. Vol. 17. P. 180–185.

Revan M.K., Genç Y., Delibaş O., Maslennikov V.V., Ayupova N.R., Zimitoğlu O. Mineralogy and geochemistry of metalliferous sedimentary rocks from the Upper Cretaceous VMS deposits of the Eastern Pontides (NE Turkey) // Turkish J. Earth Sciences. 2019. Vol. 28. № 2. P. 299–327.

Revan M.K., Genç Y., Maslennikov V.V., Maslennikova S.P., Large R.R., Danyushevsky L.V. Mineralogy and trace-element geochemistry of sulfide minerals in hydrothermal chimneys from the Upper-Cretaceous VMS deposits of the Eastern Pontide orogenic belt (NE Turkey) // Ore Geology Reviews. 2014. Vol. 63. P. 129–149.