

**ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ АЛЮМО-СУЛЬФО-ФОСФАТОВ В ЭПИТЕРМАЛЬНОМ
ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СВЕТЛОЕ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

Левочская Д.В.^{1,2}, Ерофеев А.Е.¹, Якич Т.Ю.¹

Научный руководитель профессор Мазуров А.К.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Хабаровский филиал АО «Полиметалл УК», г. Хабаровск, Россия

Осцилляторная зональность часто наблюдается в минералах переменного состава. Такая зональность может проявляться по ряду причин: пульсационный характер поступления вещества, изменение внешних физико-химических условий, неравновесность среды минералообразования, в том числе по причине смешения гидротермальных флюидов разного состава и/или растворения-переотложения более устойчивого члена ряда в наиболее благоприятных кинетических условиях [1]. Изучение характера осцилляторной зональности представляет не только фундаментальный, но и практический интерес, так как позволяет проводить параллель с процессами, происходящими в составе рудообразующего флюида.

Объектом настоящего исследования являются минералы переменного состава групп крадаллита, плумбогуммита, горсейита, представляющие собой надгруппы алунита, формирующиеся за счет гидротермального изменения апатита в различных месторождениях в том числе эпитеpmальных. Авторами установлены многокомпонентные по составу алюмо-сульфо-фосфаты церия, бария и свинца с признаками осцилляторной зональности в краевых частях зерен в пределах эпитеpmального золоторудного месторождения Светлое, приуроченного к Ульинскому прогибу Охотско-Чукотского вулканогенно-плутонического пояса, сложенного меловыми вулканогенно-осадочными отложениями [2]. Ранее авторами осцилляторная зональность установлена в пределах изучаемого объекта для блеклых руд [3].

Зерна алюмо-сульфо-фосфатов (APS) характеризуются выщелоченной промежуточной частью, она практически полностью замещена серицитом (рис.). Центральная часть зерна, с которой вероятно начинался процесс кристаллизации, обогащена редкоземельными элементами, в частности церием (Ce), а ближе к краевым частям проявляется ритм осцилляторной зональности и увеличение примеси свинца и бария параллельно с серой (рис).

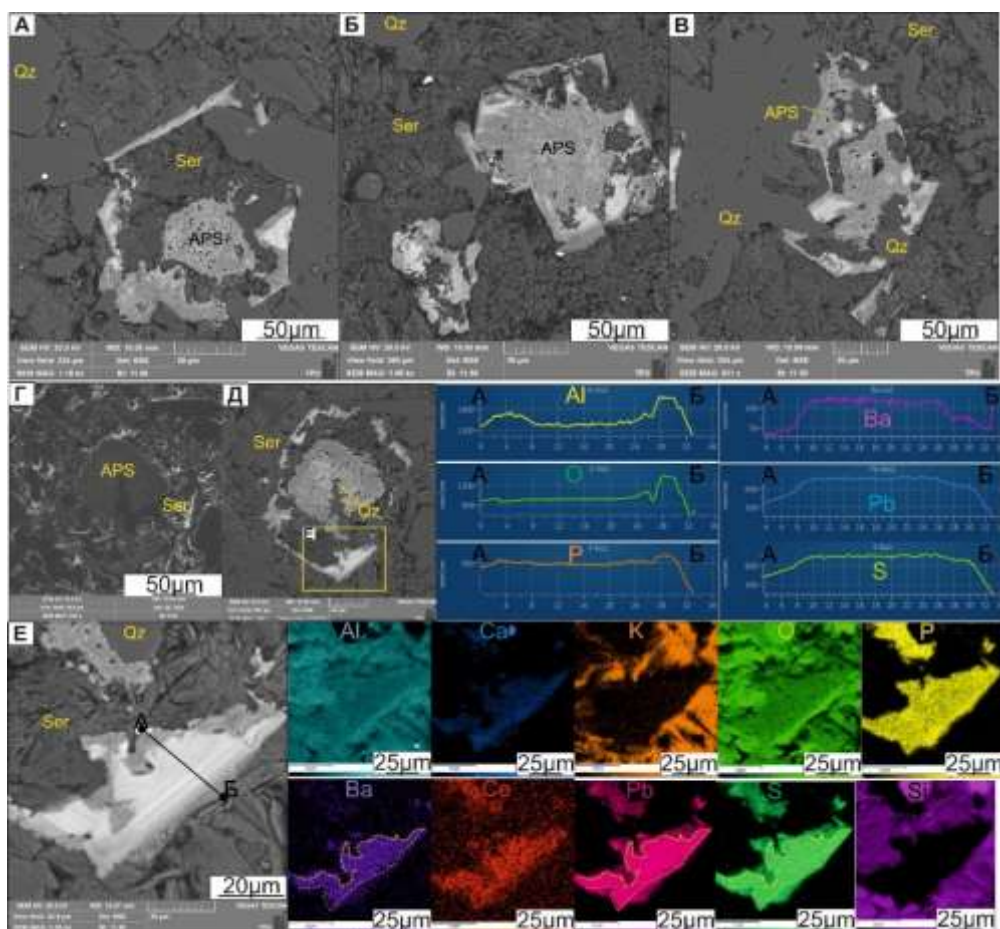


Рис. Снимки сканирующего электронного микроскопа, профили и карты распределения элементов по энергодисперсионному анализу для зерен алюмо-фосфо-сульфатов (APS) в обратно-отражённых (А-В, Д-Е) и вторичных (Г) электронах. Профиля АБ показывает распределение микроэлементов в краевой части зерна

При детальном анализе распределения элементов в пределах изучаемых зерен алюмо-сульфо-фосфатов установлено, что сера совместно со свинцом и барием обогащает краевую зону, формируя ритм осцилляторной зональности. Церием обогащена центральная часть зерен. Между центральной и краевой зонами наблюдается перерыв или резкая смена условий кристаллизации, возможно, обусловленная процессом вскипания или смешения флюида, сопровождаясь осаждением руды, а затем снова выравниванием состава основными петрогенными компонентами гидротермального раствора.

Повторяющаяся закономерность строения в разных зернах этой серии минералов связана с изменением внешних условий. То есть с поведением общего рудообразующего гидротермального процесса, а не с внутренней самоорганизацией алюмо-сульфо-фосфатов, которые должны были формировать зерна более индивидуального внутреннего строения без закономерного чередования зон. На примере изучения характера распределения захваченных элементов примесей, их изменения в процессе роста кристаллов, можно наблюдать изменения в составе рудообразующего флюида.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Наука № FSSWW-2023-0010, тема «Комплексные исследования на базе природных геологических лабораторий».

Литература

1. Shore M., Fowler A. D. Oscillatory zoning in minerals; a common phenomenon //The Canadian Mineralogist. – 1996. – Т. 34. – №. 6. – С. 1111-1126.
2. Мишин Л. Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Ульинский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) //Тихоокеанская геология. – 2011.
3. Yakich T. Y. et al. Mineralogy of the Svetloye epithermal district, Okhotsk-Chukotka volcanic belt, and its insights for exploration //Ore Geology Reviews. – 2021. – Т. 136. – С. 104257.

ОЦЕНКА СХОДСТВА МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЖЕЛЕЗНЯКОВ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)

Максимов П.Н.

Научный руководитель доцент Рудмин М.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день происхождение ооидовых железняков осадочных месторождений активно обсуждаются в исследованиях фундаментальной проблемы современной геологии [1–6]. Согласно мнению одних ученых происхождение железняков опирается на мобилизацию металлов при выветривании базитовых пород, их переносе в виде коллоидов или истинных растворов надземными и подземными водами в морской бассейн [2, 3]. Другие ученые связывают формирование ооидовых железорудных крупных месторождений с термальной разгрузкой в морских обстановках [1, 4].

Одной из относительно современных структур, которая способствовала накоплению ооидовых железорудных месторождений является Тургайский прогиб. В конце верхнего мела на месте нынешнего Тургайского прогиба был пролив, соединявший Западно-Сибирское и Туранское моря [2]. Дальнейшие геологические процессы, связанные с накоплением железа в Тургайском бассейне, способствовали образованию морского и континентального типа месторождений железа, таких как Аятское, Лисаковское, Кировское и Талдынское [3]. На территории также развиты бокситовые и цинковые месторождения, Красноярское и Шаймерденское, соответственно. Тургайский прогиб богат своими полезными ископаемыми, связанными не только с осадочным чехлом, но и складчатый фундаментом палеозоя. Ими являются ныне разрабатываемые Качарское и Соколово-Сарбайское месторождения. Помимо них широко распространены и другие железорудные месторождения скарнового типа, такие как Ломоносовское, Южно-Ломоносовское, Кунайжаркульское, Талкульское и др. Руды данных месторождений помимо железа, также содержат примеси цветных, благородных и редких металлов. Среди них особо выделяются барий, цинк, ванадий, медь, свинец и никель [3]. Большинство минералов этих металлов преимущественно встречаются в зонах дробления пострудных разломов коренных пород либо в парагенезисе с кварц-карбонатными жилами [3].

В данной работе рассматриваются геохимические и минералогические характеристики и оценивается связь между осадочными и скарновыми месторождениями северного Тургая. В качестве изучаемых материалов послужили образцы, отобранные из искусственного и естественного обнажения Аятского месторождения, также были изучены результаты предшественников, связанные с Лисаковским и палеозойскими железоскарновыми месторождениями. Для определения химического и морфологии отдельных минералов выполнялся с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) TESCAN Vega 3 SBU с локальным энергодисперсионным анализом (ЭДС) OXFORD X-Max 50. Для определения валового химического состава использовались следующие методы: для основных оксидов – рентгенофлуоресцентный анализатор (РФА) HORIBA XGT7200, для широких спектров микроэлементов – масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на масс-спектрометре ELAN DRC-e.

Рудный горизонт Аятского месторождения имеет субширотную ориентировку с протяженностью 135 км. Аятский разрез представлен в основном подрудными глинами, железняками в качестве рудного горизонта и надрудными песчаниками. Основными аутигенными минералами являются гётит, сидерит и бертьерин, в качестве микровключений часто встречаются фрамбоиды пирита и фосфат редкоземельных элементов (РЗЭ), реже, барит и вюрцит [1, 5]. Однако, микровключения сульфидов железа и цинка характерны только для северо-западной части месторождения, в окрестностях пос. Варваринское. Центральная часть Аятского месторождения характеризуется отсутствием фрамбоидов пирита, основного минерала-индикатора субкислородных и аноксических условий.