

В.И. РОДНОВА, Ю.Н. ГИЛЕВ, Е.П. МАМОНОВ

(Институт геологических наук им.К.И.Сатпаева, ТОО «Геолог-А»)

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД И
МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАСТЕК
(ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)**

Аннотация

Показан процесс формирования колчеданно-полиметаллического и полиметаллического (жильного) типов оруденения в Кастекском рудном поле. Изложены результаты изучения вещественного состава руд, дано описание основных рудных минералов первичных руд, а также редко встречающихся минералов из зоны окисления.

Ключевые слова: месторождение, рудное поле, минерализация, рудные минералы, зона окисления, структура, текстура, сульфиды, окислы.

Кілт сөздер: кенорны, кең аймағы, минералдану, кен минералы, тотығу аймағы, құрылым, текстура, сульфидтер, тотықтар.

Keywords: field, ore field, mineralization, ore minerals, oxidation zone, structure, texture, sulfides, oxides.

Кастекский рудный район входит в Заилийскую минерагеническую зону. В рудном районе ведущее место занимает Чинасылсай-Кастекский полиметаллический золото-редкометальный рудный узел. В этом рудном узле высокими перспективами по получению прироста прогнозных ресурсов полиметаллов и золота обладает рудное поле месторождения Кастек.

Месторождение Кастек имеет давнюю историю изучения. В 1952-1961 гг. на рудном поле осуществлялись разведочные и крупномасштабные поисково-съёмочные работы, проводимые Кастекской ГРП ЮКГУ (Б.И. Юнусов, Л.У. Кыдырбеков, В.П. Коняев, В.В. Овчинников и др.). В результате этих работ на рудном поле месторождения был установлен единственный геолого-промышленный тип – жильный (свинцово-цинковый), связанный с зонами тектонических нарушений.

В 2009-2011 годы ТОО «Геолог-А» провел поисково-оценочные работы на рудном поле Кастекского месторождения с целью оценки его золото-серебро-полиметаллического

оруденения. Были осуществлены детальные петрографические, минералогические и рудно-формационные исследования. В результате, впервые в Казахстане в Кастекском хребте выделена докембрийская колчеданно-полиметаллическая рудная формация, развитая в метаморфическом комплексе протерозоя. Полиметаллическое оруденение месторождения Кастек несет явные черты метаморфогенного происхождения. Примерными аналогами являются месторождения: Ак-Тюз (Республика Киргизия), Холоднинское, Горевское (Россия), Суливан (Канада), Броккен-Хилл (Австралия), Балмат (США).

Главной структурой Кастекского рудного района является одноименный гранито-гнейсовый купол. Этот купол охватывает водораздел, северные и южные склоны хребта Кастек. Приблизительные размеры купола 8-9х15-18 км. На востоке, юго-востоке купол перекрыт девонскими вулканогенными образованиями (каракастекская, кастекская свиты), а на западе и юге его интродуцируют синколлизонные гранитоиды позднеордовикского возраста. С севера купол срезается Кастекским региональным разломом субширотного простирания.

Исследуемое рудное поле расположено в северной части купола. Купол представляет собой полициклический диапир, в составе которого выделяются: парадиапировая составляющая, сложенная метаморфическими породами мигматит-гнейсовой формации (актюзский, кеминский метаморфические комплексы) и ортогнейсовая диапировая составляющая – формация реоморфических (расплавленных) гранитов (позднерифейский интрузивный комплекс диоритов-плагиогранитов). Мигматит-гнейсовая и плагиогранитовая формации является природной ассоциацией ортопараавтохтонных формаций, ядром которых являются ортомагматические образования, сформировавшиеся в мезозоне в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций и параметаморфического обрамления, первоначальный состав которых переработан в гнейсы и мигматиты. Строение ядра усложнено внедрившимися интрузивными телами пестрого состава среднедевонского возраста (диабазы, кварцевые монцодиориты, кварцевые монциты, кварцевые сиениты). Особенности морфологии глубинной складчатости Кастекского гранито-гнейсового купола указывают на формирование его в условиях высокой пластичности горных пород и их малой вязкости, что было возможным при высоких температурах и давлениях, а также требовало присутствия воды, привноса щелочей и кремнезема из глубинных областей.

Механизм формирования колчеданно-полиметаллического оруденения в протерозойских толщах связан с разными стадиями регионального метаморфизма. Как считает Н.Л. Добрецов [2, 3] в первую стадию образуются первичные гидротермально-осадочные пластовые колчеданные залежи, затем происходит перекристаллизация и деформация колчеданных тел с частичным "перетеканием" рудного вещества в замки складок и формированием около них вкрапленной пирит-пирротиновой минерализации. Дальнейшее формирование полиметаллических месторождений связано с механизмом рудонакопления (осаждения) на окислительно-восстановительных барьерах. Этот механизм является важнейшим, поскольку с ним связано образование преобладающего количества рудных месторождений цветных металлов, но, безусловно, не единственным из биогенной природы [4].

По мнению авторов, мобилизация и движение полиметаллических растворов снизу-вверх через пиритовые толщи вызвано внедрением гипабиссальных интрузивов кварцевых монцонитов-сиенитов среднедевонского возраста, пронизывающих протерозойские породы многочисленными дайкообразными телами диабазовых порфиритов, кварцевых монцонитов, монцодиоритовых порфиритов и кварцевых сиенитов. В результате движения полиметаллических флюидов, свинцово-цинковая минерализация осаждалась на пиритовые толщи, залегающие в ядрах складок. Скопления пирита – служили сульфидным барьером для гидротермальных растворов, несущих серебро, золото, свинец, цинк и другие халькофильные элементы. Их источником были вмещающие метаморфические породы нижнепротерозойского и позднерифейского возраста (гнейсы, гранито-гнейсы, мигматиты, гнейсовидные диориты-плагιοграниты), среди которых формировались зоны окисления и дальнейшего выщелачивания [1, 5]. Руды несут отчетливые признаки метаморфизма.

В процессе движения снизу-вверх поток полиметаллических флюидов выдвигался и в боковые породы, выбирая пути наименьшего сопротивления – ослабленные зоны тектонических нарушений. Здесь в зонах дробления и трещиноватости субширотного и северо-восточного простирания формировался жильный тип полиметаллической руды (участок Северный месторождения Кастек).

В дальнейшем колчеданно-полиметаллические толщи подвергались длительному воздействию атмосферных осадков и влиянию потоков подземных, трещинных вод. В результате происходило взаимодействие пирита с водой, с образованием большого количества серной кислоты. В итоге многомиллионной истории формирования Кастекского полиметаллического месторождения его верхние части подвергались кислотному окислению-выщелачиванию с образованием мощной зоны гипергенеза, в которой преобладают интенсивно лимонитизированные породы с золото-серебро-полиметаллическим оруденением (6).

В итоге на рудном поле Кастекского месторождения были сформированы два типа промышленного оруденения: полиметаллический (жильный) и колчеданно-полиметаллический

Минералогические особенности руд месторождения Кастек

Рудное поле месторождения Кастек состоит из четырех участков Центральный, Северный, Западный и Южный. Промышленный интерес представляют собой руды Центрального и Северного участков.

Минералогический тип руды, выделенный по вещественному составу и представляющий промышленную ценность – колчеданно-полиметаллический (пирит-галенит-сфалеритовый). Текстуры руд - прожилковая, прожилково-вкрапленная, гнездово-вкрапленная. Структуры – катакlastическая, коррозионная, структура распада твердых растворов, замещения. Минеральный состав руд представлен в табл. 1.

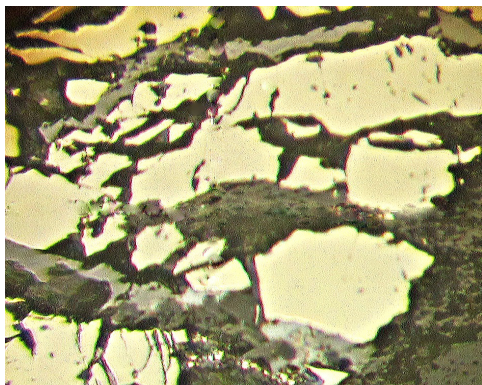
Изучение руд проводилось с помощью поляризационного микроскопа Leica DM2500 M в отраженном свете, а отдельные аншлифы были исследованы методом рентгеноспектрального анализа на электронно-зондовом анализаторе Superprobe 733 = Суперпроб 733 фирмы JEOL (Джеол), Япония. Анализы элементного состава минералов

(микровключений) и фотосъемку в различных видах измерений выполняли с использованием энергодисперсионного спектрометра INCA 8N8R.GY (Инка энерджи) Англия, установленного на электроннозондовом микроанализаторе Суперцоб 733 при ускоряющем напряжении 25кв и токе зонда 25 нА (аналитики В.Л.Левин, П.Е.Котельников).

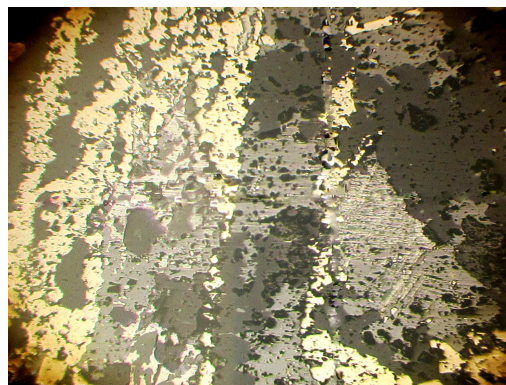
Таблица 1 – Минеральный состав руд месторождения Кастек

Рудные			Нерудные		
Главные	Второстепенные	Редкие	Главные	Второстепенные	Редкие
Пирит Сфалерит Галенит	Халькопирит Арсенопирит Магнетит Редкие земли	Сам.золото Магнетит Аргентит Электрум Пирротин Гематит Сам.железо Сам.висмут	Мангано-сидерит Хлорит Кварц Турмалин	Кальцит Рутил Анатаз	Гидробиотит Гранат
Минералы зоны окисления					
Лимонит Псиломелан	Ковеллин Гидрогетит	Коркит Цезаролит Массикот	Барит Турмалин Кварц Хлорит	Кальцит	

На участке Центральный руды представлены густой вкрапленностью интенсивно катаклазированного пирита. Галенит и сфалерит, явно более поздние по времени образования, выполняют трещины в пирите и интерстиции в нерудных минералах. Минеральный состав руд на Северном участке более разнообразен. В процентном соотношении пирит и сфалерит находятся в равных долях. Пирит не катаклазированный, часто наблюдается в сростании со сфалеритом (рис. 1 а,б).



а



б

Рисунок 1 – Колчеданно-полиметаллическая руда: а) трещины в катаклазированном пирите (желтое) выполнены галенитом (белое) и сфалеритом (серое), Центральный Кастек, аншлиф С-10-14, гл.94, ув. 320; б) прожилок

с послойным выделением мелкозернистого пирита (желтое), сфалерита (серое) и галенита (белое),

Северный Кастек, аншлиф С-10-2, гл.91,0м, ув.160

Пирит является основным рудным минералом в рудах месторождения. Выделяется несколько его генераций. Пирит наблюдается в виде неравномерной рассеянной вкрапленности и сростков кристаллов неправильной формы размером от 0,4 до 1,5мм. Размер зерен в сростках примерно одинаковый и составляет – 0,09мм. Реже наблюдаются идиоморфные зерна размером от 0,06 до 0,8мм. Микроструктура аллотриоморфнозернистая. По времени образования является наиболее ранним, и вероятно возник в процессе ранней гидротермальной стадии вмещающих пород. Трещинки выполнены галенитом и сфалеритом. Нередко наблюдается замещение пирита I рутилом и турмалином поздней генерации.

В рудах участка Северный пирит характеризуется очень разнообразной формой и размером, от хорошо ограненных кристаллов (пентагондодекаэдры, кубическая) размером 1мм до неправильной формы зерен менее 0,006 мм, образует тонкие цепочки и отдельные гнезда размером от 0,004 до 0,14 мм, редко 1мм. Идиоморфными очертаниями обладают кристаллы больших размеров.

В богатых рудах мы видим кучное расположение кристаллов с участками сплошных агрегатов. Причем, неодинаковые по своим размерам кристаллы пирита характеризуются различной степенью идиоморфизма по отношению друг к другу. Наблюдается резкое колебание размеров пирита, вместе с мельчайшими (0,01мм) хорошо ограненными кристаллами, встречаются крупные до 1мм. Вероятно образование кристаллов происходило не одновременно, а в разные моменты пиритизации породы. Такая определенная последовательность образования хорошо ограненных кристаллов, так называемый кристаллобластический ряд, в котором каждый предыдущий по времени

образования минерал является идиоморфным по отношению к последующим характерен для метаморфических пород и рудных минералов, возникших метасоматическим путем.

Химический состав пирита, полученный на микрозондовом анализаторе, соответствует теоретическому с небольшой примесью титана и мышьяка: S-53,32%; Fe-45,60%; сумма -99,09%

Сфалерит в рудах месторождения двух типов: 1) темно-коричневого цвета, по результатам микрозондового анализа содержит до 2,21% железа. Образует гнезда размером от 0,09 до 0,1мм и в ассоциации с галенитом выполняет прожилки в пирите, промежутки между нерудными минералами. Как правило, содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита и идиоморфного пирита (кубической формы); 2) клейофан - светло-желтого цвета, образует неправильной формы агрегаты и мелкие прожилки, размером до 0,016мм, не содержит эмульсионных включений пирита или халькопирита. Нередки его срастания с железистым сфалеритом.

Нередко наблюдается замещение сфалерита галенитом, причем последний образует тонкие каемки по краям зерен сфалерита, либо полностью замещает его, оставляя лишь реликты в центре зерен (рис. 2а, б).

Галенит – по сравнению с пиритом и сфалеритом менее распространен в рудах, составляет примерно 2%. Выполняет трещинки в катаклазированном пирите и промежутки между удлиненными кристаллами радиально-лучистого бесцветного турмалина поздней генерации. Образует неправильной формы гнездообразные скопления размером от 0,08 до 0,1 мм, выполняет промежутки между зернами нерудных минералов, образуя интерстициальную структуру. В ассоциации со сфалеритом, поздним пиритом и карбонатами галенит образует секущие прожилки, причем сидерит и сфалерит развиваются в середине прожилка, а галенит чаще всего образует каемки по краям.

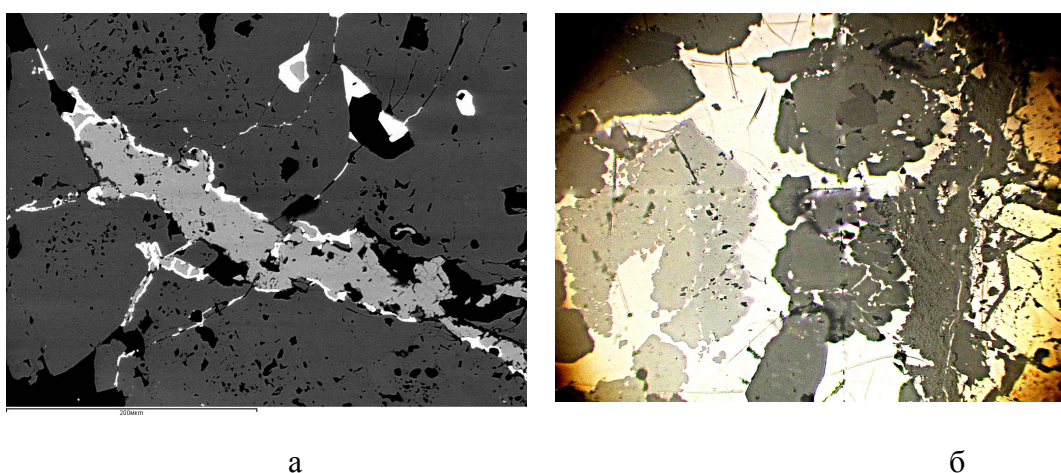
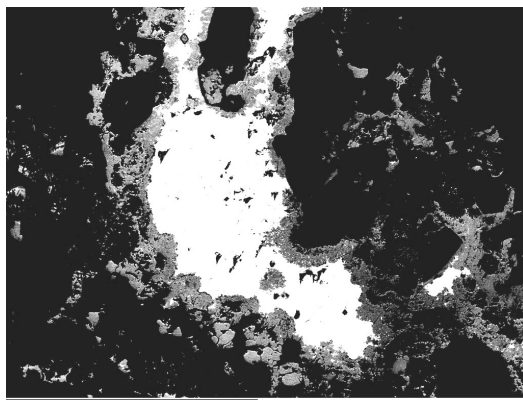


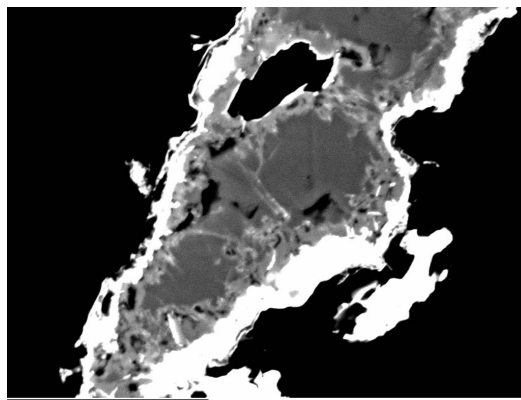
Рисунок 2. Полиметаллическая руда: а) прожилок сфалерита (серое) с каемкой галенита (белое) по краям зерен, Центральный Кастек, аншлиф С-10-18; гл.54,6; зонд; б) замещение сфалерита (светло-серое) и пирита (желтое) галенитом (белое). Северный Кастек, аншлиф С-10-4, гл.172,3м, ув.160

Состав галенита соответствует теоретическому, небольшая примесь титана и железа: S- 12.12%; Fe -1.07%; Pb -84.97%; Ti -2.13%; сумма -100.3%.

Как правило, по краям зерен галенита развивается каемка окисления, представленная массивкотом. Состав массивкотота по данным микрозондового анализа: CaO - 0.52%; AgO₂ - 2.90%; PbO - 78.52%; сумма - 80.39% (рис. 3, а).



а



б

Рисунок 3 – Образование каемок массивкота (серое) по краям зерен галенита (белое).
Северный Кастек.,

аншлиф С-10-8, гл.84,5, зонд; б) замещение халькопирита (серое в центре) галенитом
(белое) с каемкой массивкота, Северный Кастек, аншлиф С-10-2; гл.108,5 зонд

Нередко наблюдается замещение халькопирита галенитом (аншлиф С-10-2, гл.108,5). При увеличении в 1000 раз (зонд) прослеживается несколько фаз этого процесса (рис. 3, б).

Практически во всех аншлифах наблюдается вкрапленность самородного золота и серебра в виде мелких зерен неправильной формы, размером 0,002-0,004 мм, отличающиеся высоким отражением, реже встречается аргентит, в отраженном свете серовато-белого цвета с голубоватым оттенком, слабо заметной анизотропией.

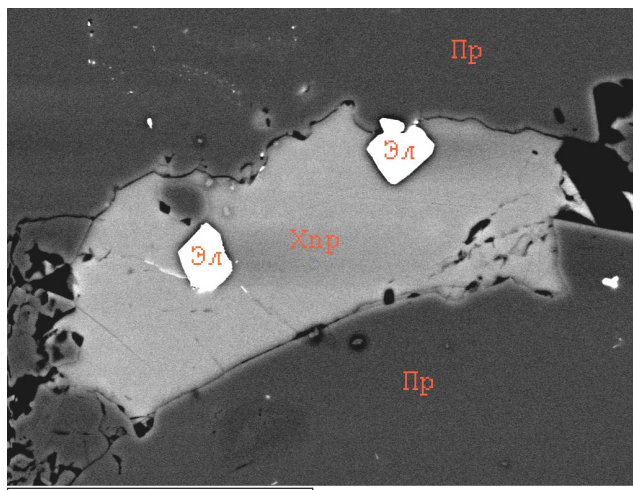


Рисунок 4 – Ромбики электрума (Эл) в халькопирите (Хпр), выполняющем трещинки в пирите (Пр). Западный Кастек, аншлиф 199, зонд, ув.4000

Электрум ромбовидной формы (рис. 4) обнаружен в срастании с халькопиритом выполняющем прожилки в пирите. Диагностика проводилась на зонде, состав приведен в табл. 2.

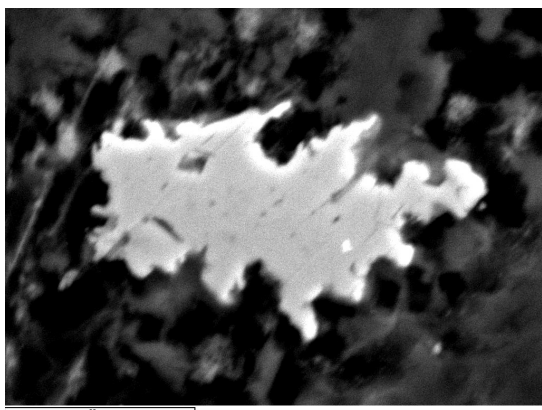
Редкие земли имеют широкое распространение в рудах месторождения Кастек. Встречаются во всех просмотренных нами аншлифах, составляют примерно 5%, редко до 20% (от площади аншлифа).

Таблица 2 – Состав золота, аргентита и электрума по результатам микрозондового анализа (все результаты в весовых %)

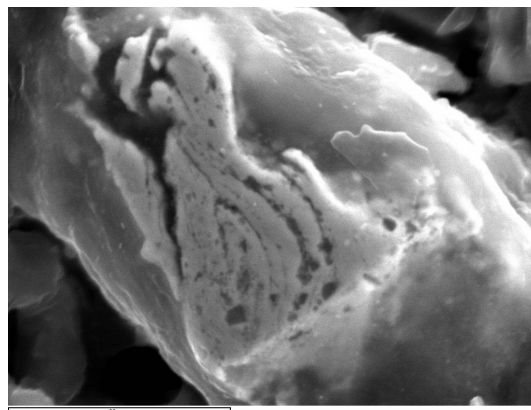
Fe	Cu	S	Ag	Au	Итог
-	-		15.00	85.00	100.00
-		9.86	90.14		100.00
-		13.14	86.86		100.00
3.82		9.23	86.94		100.00
1.97	2.24	-	31.62	65.71	100.0

При изучении в отраженном свете под микроскопом минералы редких земель наблюдаются во вмещающей породе и в лимоните в виде неправильной формы зерен, серого цвета с низким отражением. Согласно зондовым анализам (табл. 3), по составу можно выделить две разновидности минералов: лантан-цериевой группы - (монацит) и группы циркония (циркон).

Монацит $(Ce, La...)PO_4$ – один из наиболее распространенных редкоземельных минералов, встречается в эндогенных месторождениях самых различных генетических типов, является главным промышленным редкоземельным минералом. В отраженном свете под микроскопом наблюдаются неправильной формы зерна или шестоватые агрегаты, светло-серого цвета (рис. 5 а, б) Размер включений 0,004 - 0,02мм Отражение чуть выше, чем у лимонита, анизотропные с зеленовато-бурыми и стеклянными внутренними рефlekсами.



а



б

Рисунок 5 – а) редкие земли фосфата лантан-цериевой группы (монацит), Центральный Кастек,

аншлиф С-10-16, гл.38,0; зонд; б) включение зонального монацита в лимоните,

Западный Кастек, аншлиф К-10-46, инт.16, зонд

Циркон $Zr[SiO_4]$ – широко распространенный минерал в кислых и щелочных изверженных породах и их пегматитах генетически связан с послемагматическими метасоматическими процессами. Образует выделения неправильной формы, сноповидные агрегаты и призмочки с зональным строением, характерным для метамиктных разновидностей. Размер зерен до 0,04мм. Цвет в отраженном свете серый, слабо анизотропный, внутренние рефlekсы бесцветные и голубовато -серые.

Таблица 3. Химический анализ редких земель лантан-цериевой и циркониевой групп по результатам микрозондового анализа (все результаты в весовых %).

P ₂ O ₅	CaO	Fe ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Итог
27.79	0.40	0.45	19.30	32.27	2.01	7.80		0.36				90.38
30.23	0.17	0.53	19.85	34.31	2.32	8.33	0.37					96.83
30.02	0.37	0.62	15.91	32.09	3.34	12.51	0.65	0.64	1.46	0.22		97.82
29.08	0.31	0.35	16.84	31.07	2.51	10.05	0.69	0.52			0.24	93.60
27.83			15.09	28.34		9.42						80.68

Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	ThO ₂	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Итог
3.70	5.29	26.09	1.31	0.80	4.91	0.83	10.49	24.06	1.97	10.73	1.03	2.66			93.88
	1.28	23.5			11.0	12.0	11.7	20.7	1.99	6.65		2.09	1.25	1.27	95.9
4.39	18.5	23.77	0.98	0.32		0.25	17.96	26.87	1.26	5.28					99.76
0.88	2.00	18.71		0.39		27.76	12.00	21.91	2.17	6.65					92.46

SiO ₂	TiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	FeO ₃	ZrO ₂	HfO ₂	ThO ₂	Итог
24.88		0.68		0.16	53.74	0.35	1.27	81.09
7.78	1.28		1.28	0.86	85.50			97.04

Широкое распространение в рудах месторождения имеют минералы титана (1-2%). Представлены двумя минеральными формами - **рутилом и анатазом**.

Рутил наблюдается в виде шестоватых, игольчатых агрегатов, размером до 0,18мм, анатаз в виде неправильной формы зерен или сростков усеченных октаэдров. Размер зерен до 0,08мм. В отраженном свете серого цвета, внутренние рефлексы светло-синие, иногда бурые очень похож на сфалерит.

Зона гипергенного изменения руды

Зона окисления представлена метасоматитами серовато-бурого цвета с пустотами выщелачивания, прожилками выполненными гидроокислами железа и марганца, барита, с характерными псевдоморфозами лимонита по пириту, размером от 0,002 до 1 мм. Характерны структуры замещения, кокардовая и кавернозная, концентрически-зональная.

В зоне гипергенного изменения наблюдается псевдоморфное замещение пирита лимонитом. Размер зерен до 2 мм, как правило, это пентагондодеаэдры со сглаженными гранями, или сростки кристаллов с реликтами неизмененного пирита в центре зерен. Характерна реликтовая зональность. Нередко в лимонитах наблюдаются включения редких земель, в виде агрегатов и отдельных зерен неправильной формы.

Изучение псевдоморфоз лимонита по пириту на зонде выявило его зональное строение и неоднородный химический состав зон, слагающих его. Каждая зона, согласно микрозондовому анализу (табл. 4), имеет разный набор элементов. Центральная зона представлена лимонитом с содержанием PbO-5,21%, следующие зоны уже содержат PbO – 35,41 и 35,41% и небольшое количество ZnO – 4,40 и 2,88%. Скорее всего эти минералы можно отнести к группе бедантита – коркиту –основному сульфат-фосфату свинца и окисного железа – $PbFe_3(PO_4)(OH)_6$, характерному в зоне выветривания галенита, и последний слой лимонита содержит Ce_2O_3 -69,79% видимо за счет разложения редких земель.

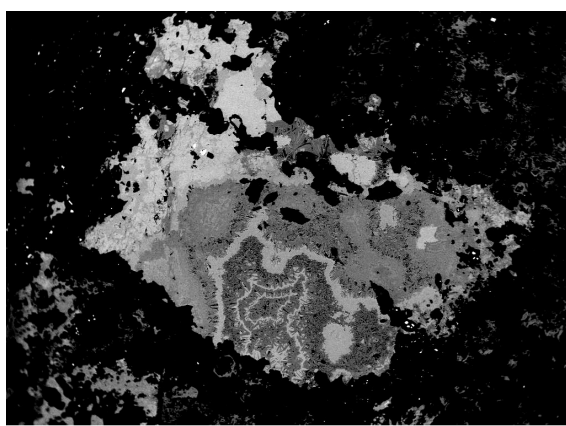
Таблица 4 – Химический анализ лимонита по результатам микрозондового анализа (все результаты в весовых %).

С-10-15; 4,2 м Лимонит										
Спектр	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	ZnO	Ce ₂ O ₃	PbO	Итог
Спектр 1	1.04	2.52			0.07	82.59			5.21	91.42
Спектр 2	3.85		6.01	14.40		27.40	4.40		35.28	91.35
Спектр 3	6.64		9.06	11.62		22.74	2.88		35.41	88.36
Спектр 5	2.23	1.33		0.73		10.36		69.79		84.44

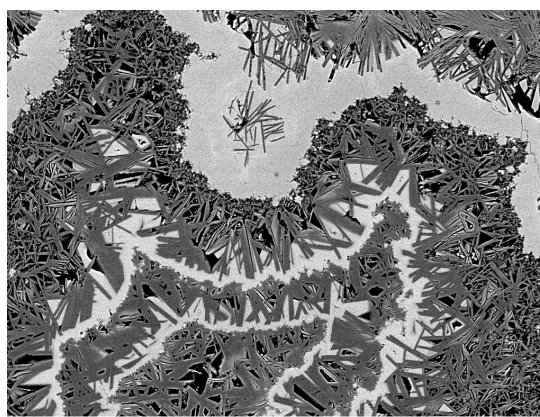
В зоне окисления массивных колчеданно-полиметаллических руд при изучении под микроскопом мы видим сложные по своему составу концентрически – зональные,

шестовато-игольчатые образования серого, голубовато-белого цвета, с сильной анизотропией и двуотражением (рис. 6).

Лимонитизированные железо-марганцевые агрегаты, как показывают химические анализы, полученные при исследовании на зонде, обладают сложным составом. Состоят из нескольких зон, каждая из которых характеризуется различным набором элементов. Центральная часть зерен (увеличенный фрагмент, рис. 6-б) представлена гидроокислами марганца шестовато-игольчатой формы, серого цвета в отраженном свете, с примесью $ZnO-2.90\%$ и $BaO-6.94\%$, и небольшой примесью свинца. Следующий слой, в отраженном свете серовато-коричневого цвета, в составе которого $MnO- 51,28\%$ и $ZnO -17,63\%$. Внешняя каемка белого цвета представлена лимонитом с примесью цинка до $5,32\%$ (рис. 6, табл. 5). По оптическим свойствам и составу, разновидности содержащие MnO до $60,11\%$ и $ZnO-32,42\%$, можно отнести к гетеролиту, минералу образовавшемуся в зоне окисления свинцово-цинковых руд.



а



б

Рисунок 6. Концентрически-зональный агрегат лимонита (а), игольчатые образования гидроокислов железа и цинка (б) увеличенный фрагмент. Северный Кастек, аншлиф С-09-1а, гл. 21,4, зонд, разм.- а) -1 мкм, б) - 200мкм

Таблица 5 – Химический состав зон железо-марганцевых агрегатов (все результаты в весовых %)

Гидроокислы марганца и железа с цинком и барием										
С-09-1а, гл. 21,4										
Спектр	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	MnO	Fe_2O_3	ZnO	BaO	PbO	Итог
Спектр 1	0.29	0.08	1.60	0.39	63.84		2.90	6.94	0.73	76.77
Спектр 2	0.29	0.05			51.28		17.6	0.52		69.77

							3			
Спектр 3	2.31	3.29				69.23	5.32			80.14
С-09-1а;гл. 21,4										
Спектр	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	BaO	PbO	Итог
Спектр 1	0.42	0.34	1.10		60.11	2.56	1.68	5.36	8.30	79.88
Спектр 2		1.48			53.96	1.82	32.4 2			89.67
Спектр 3	0.65	2.90		0.16	4.63	78.50	3.11		0.42	90.37

В зависимости от типа исходной руды состав и количественные соотношения элементов в железо-марганцевых агрегатах, не одинаковые (табл. 6, С-09-5; гл.32,2). Содержание PbO в марганцевых конкрециях от 25,48 до 34,32%, с небольшим количеством железа, меди и цинка. Эту группу минералов по химическому составу можно отнести к свинцовистому псиломелану – цезаролиту (PbMn₃O₇H₂O).

Таблица 6 – Химический анализ концентрически-зональных железо-марганцевых агрегатов (все результаты в весовых %)

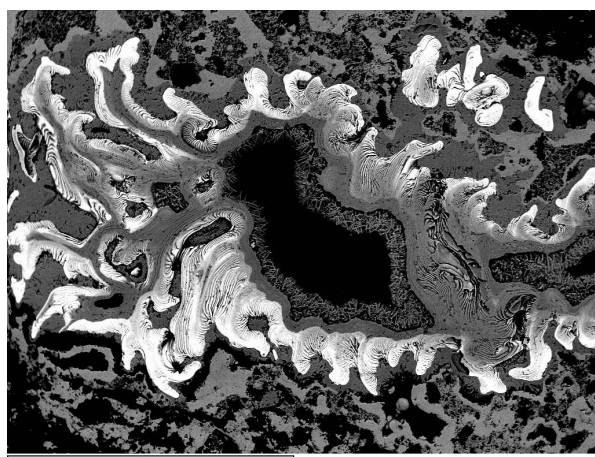
Образец: 18 С-09-5; гл.32,2						
Спектр	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	ZnO	PbO	Итог
Спектр 1	41.40	6.60	0.83	0.39	34.32	83.54
Спектр 2	56.37		0.41		25.48	82.26
Спектр 3	48.90	1.76	0.96		32.08	83.71

Таблица 7 – Химический анализ зон окисленной полиметаллической руды (все результаты в весовых %)

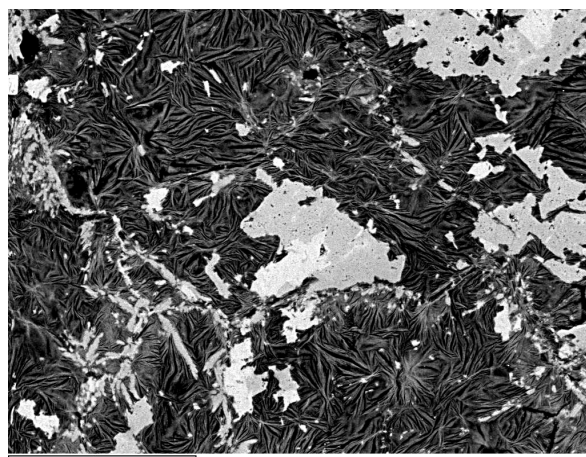
197 (отвалы)										
Спектр	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	PbO	Итог
Спектр 1	0.58	0.84		0.71		60.01	1.91	0.73	18.37	83.14
Спектр	0.64	1.09		2.47		66.52	1.07	1.48	9.40	82.67

2										
Спектр 3			0.17	0.16	0.23	51.90		17.91		70.38
Спектр 4		0.64		1.85	0.51	59.90		9.58		72.48
Спектр 5		0.97	3.65		0.40		82.86	0.73		88.61

В аншлифе 197 в отраженном свете наблюдаются необычайно красивые концентрически-зональные, волнисто-перистые образования железо - марганцевого состава. Каждый слой имеет свой набор элементов и оптические свойства (рис. 7, табл. 7).



а



б

Рисунок 7- а) железо-марганцевые агрегаты концентрически-зонального, волнисто-перистого строения. Северный Кастек, аншлиф 197, зонд, 700мкм; б) прожилок выполненный гидроокислами марганца и железа (серые иголки) с гнездами свинцовистого псиломелана –цезаролита (светло-серое).

Южный Кастек, аншлиф К-10-33, гл.33.2, зонд, 100 мкм.

Каемки белого цвета (вершинки волнушек) содержат $MnO-60.01$, $PbO-18.37\%$, $Fe_2O_3-1.91\%$, и немного ZnO , следующий слой светло-серого цвета содержит немного меньше свинца, но больше цинка и калия, слой серого цвета (перед иголочками в центре) состоит из $MnO-51.90\%$, $ZnO-17.91\%$, иголки в центре - немного меньше цинка и марганца, но чуть больше калия. Внешняя оболочка представлена лимонитом без примесей.

Прожилки выполнены гидроокислами железа и марганца, образующими сложные концентрически-зональные и игольчатые структуры (рис. 7).

Исследованный нами материал позволяет проследить две стадии минералообразования. К первой стадии из рудных минералов можно отнести пирит и арсенопирит, из нерудных: турмалин, кварц, хлорит, карбонаты. Вторая стадия основная, в этот период образовались главные минералы полиметаллических руд (сфалерит, пирит, галенит, халькопирит), сопровождающаяся тектоническими подвижками и связанными с ними изменениями окислительно- восстановительного потенциала рудообразующих растворов. Отложение рудных минералов происходило по трещинкам и в виде прожилков. К более поздним процессам минералообразования можно отнести появление маложелезистого светло-желтого сфалерита, бесцветного турмалина и галенита.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дергачев А.Л., Еремин Н.И., Позднякова Н.В., Сергеева Н.Е. Эволюция вулканогенного колчеданного рудообразования в истории Земли. – М.: Электрон. науч. – информ. Журнал Вестник РАН, 2000, № 3, с. 13.
- 2 Добрецов Н.Л., Меляховецкий А.А. Ащепков И.В. и др. Структурно-метаморфические критерии метаморфогенного оруденения (на примере колчеданных месторождений). - Новосибирск, Наука, 1987, с.167.
- 3 Добрецов Н.Л. Периодичность геологических процессов и глубинная геодинамика. – М.:Геология и геофизика, 1994, т.35, №5, с.3-19.
- 4 Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов. - М.: Недра, 1965. – 272 с.
- 5 Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высшая школа, 1979. – 422 с

REFERENCES

- 1 Dergachev A.L., Eremin N.I., Pozdnjakova N.V., Sergeeva N.E. Jevoljucija vulkanogen-nogo kolchedannogo rudoobrazovanija v istorii Zemli. *M.: Jelektron. nauch. inform. Zhur-nal Vestnik RAN*, **2000**, № 3, s. 13. (in Russ).
- 2 Dobrecov N.L., Meljahoveckij A.A. Ashhepkov I.V. i dr. Strukturno- metamorfiche-skie kriterii metamorfogennogo orudenenija (na primere kolchedannyh mestorozhdenij). *Novosibirsk, Nauka*, **1987**, s.167. (in Russ).
- 3 Dobrecov N.L. Periodichnost' geologicheskikh processov i glubinnaja geodinamika. *M.:Geologija i geofizika*, **1994**, t.35, №5, s.3-19. (in Russ).
- 4 Perel'man A.I. Geohimija jepigeneticheskikh processov. *M.: Nedra*, **1965**. 272 s. (in Russ).
- 5 Perel'man A.I. Geohimija. *M.: Vysshaja shkola*, **1979**, 422 s. (in Russ).

В.И. Роднова, Ю.Н.Гилев, Мамонов Е.П.

(Қ.И.Сатбаев атындағының геологиялық ғылымдар институты, «Геолог А» ЖШС)

ҚАСТЕК КОЛЧЕДАН-ПОЛИМЕТАЛЛ КЕНОРНЫ КЕНДЕРІНІҢ ЗАТТЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСУ МЕХАНИЗМІ (ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН)

Резюме

Қастек кенді алқабындағы колчедан-полиметалл және полиметалдық (желілік) кендену түрлерінің қалыптасу үдерістері көрсетілген. Кендердің заттық құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Кендердің заттық құрамын зерттеу нәтижелері баяндалған, бастапқы кендердің негізгі кендік минералдарының, сондай-ақ тотығу аймағындағы сирек кездесетін минералдарының сипаттамасы берілген.

Кілт сөздер: кенорны, кең аймағы, минералдану, кен минералы, тотығу аймағы, құрылым, текстура, сульфидтер, тотықтар.

V.I.Rodnova, J.N.Giljev, E.P.Mamonov

(Institute of geological sciences of K.I.Satpayev, «Geolog A» LLP)

MATERIAL COMPOSITION OF ORES AND MECHANISM OF FORMATION OF KOLCHEDANNO-POLIMETALLICHESKOGO OF THE FIELD KASTEK (THE SOUTHERN KAZAKHSTAN)

Summary

The material investigated by us allows to track two stages of mineralogenesis on a field Kastek. From ore minerals it is possible to carry pyrites and arsenopyrite to the first stage, from the nonmetallic: tourist's raspberries, quartz, chlorite, carbonates. The second stage the main,

during this period was formed the main minerals of polymetallic ores (blende, pyrites, a galenite, chalcopyrite), being accompanied by tectonic motions and the related changes of oxidizing recovery potential of ore-forming solutions.

Keywords: field, ore field, mineralization, ore minerals, oxidation zone, structure, texture, sulfides, oxides.

Поступила 5.04.2013 г.