НОВЫЕ ДАННЫЕ О СУЛЬФИДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ УЧАСТКА «ПЕРВОГО» (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАЙ-ХОЙ)

Р. И. Шайбеков

shaybekov@geo.komisc.ru, reshai@rambler.ru

Сульфидная минерализация пространственно и генетически связана с субинтрузивными телами долеритов центрально-пайхойского комплекса. К настоящему времени в центральной части Пай-Хоя установлено широкое площадное распространение дифференцированных интрузий основного состава, в которых выявлены сульфидные медно-никелевые руды.

Впервые на присутствие пирротина, халькопирита и пентландита в габбро-долеритах, видимо, указал Устрицкий [4]. По его данным, на изданной НИИГА геологической карте масштаба 1:200000 были указаны две точки с кобальт-медно-никелевой минерализацией. Геологи ВКГРЭ, проводя на Центральном Пай-Хое геологическую съемку масштаба 1:50000, начиная с 1965 г. обнаружили большое количество рудопроявлений, среди которых был и ряд довольно крупных, заслуживающих оценки [1, 2, 4]. Более десятка рудопроявлений было обнаружено также сотрудниками Института геологии Коми филиала АН СССР, проводившими здесь тематические геологические исследования с 1968 г. [6].

Геология

Форма долеритовых тел в большинстве случаев пластовая (силлы), их контакты согласны со слоистостью вмещающих пород. Только в некоторых телах, выполняющих камеры в отложениях верхней части разреза, иногда отмечаются элементы несогласия (полого секущие контакты, хонолитоподобная форма). В последнем случае тела характеризуются сложным внутренним строением. Размеры тел различные: их мощность колеблется от 1.0—1.5 до 150—200 м, протяженность от 100 м до 15—17 км.

Долеритовые тела интенсивно дислоцированы вместе с вмещающими породами и участвуют в строении крупных брахискладок (центральная зона) или образуют запрокинутые в

основном на северо-восток изоклинальные складки на крыльях антиклинория. Широко проявляется дизъюнктивная нарушенность тел, которые, как правило, разбиты на блоки крупными субширотными и субмеридиональными разломами и рассечены многочисленными трещинами скола. Геологические особенности тел и анализ трещинной тектоники свидетельствуют о доскладчатом их формировании. Геологические данные предшественников и результаты новейших геохронологических уран-свинцовых датировок, выполненных на SHRIMP II (ЦИИ ВСЕГЕИ), показали, что возраст участка «Первого» равен 381.4 ± 2.0 млн лет [5].

Характерной особенностью магматических образований является развитие резко выраженных зон ороговывания вмещающих пород у подошвы и кровли силлов. В карбонатных породах экзоконтактовые зоны нередко имеют скарноподобный облик.

Петрография

Особое положение среди долеритовых тел с приуроченной к ним сульфидной минерализацией занимает рудопроявление на участке «Первом», которое расположено на правом берегу руч. Мутного, левого притока р. Хэнгурью. В пределах участка среди заболоченной тундры обнажается гряда, сложенная долеритами и габбро-долеритами, прослеживающаяся по простиранию на 340 м при ширине около 200 м. Интрузия представляет собой сложно построенный хонолит мощностью от 20 до 100 м с прослеженной протяженностью (по данным буровых работ) на 1000 м. Тело круто падает на юго-запад под углом 70—80°. Рудопроявление было детально обследовано с поверхности и частично разбурено в 1968—1970 гг. [2].

Строение интрузии неоднородное. Во вскрытом скважиной разрезе интрузии (сверху вниз) выделяются следующие петрографические разновидности [2] (рис. 1):

1. Габбро-долериты мелкокристаллические, сильно метаморфизованные. В составе породы преобладает клинопироксен (авгит) — 60—65 %, тонковолокнистый амфибол, развивающийся по клинопироксену — 20—25 % и полностью разложившийся плагиоклаз (агрегаты хлорит-серицит-альбита), на долю которого приходится — 10—15 %. В единичных зернах присутствуют бурая роговая обманка и сфен. Рудные минералы (ильменит и сульфиды) образуют резко ксеноморфные зерна, выполняющие промежутки между зернами пироксена.

2. Долериты мелко- и среднекристаллические, состоящие из альбитизированного плагиоклаза (40—50 %), частично амфиболизированного авгита (40—50 %), изредка кварца (0—2 %).

3. Лейкократовый кварцевый долерит (конга-диабаз), в составе которого установлены нацело альбитизированный, реже хлоритизированный плагиоклаз (50—60 %) и микропегматит (20—25 %). Последний выполняет промежутки между беспорядочно расположенными призматическими зернами плагиоклаза и представляет собой закономерные сростания кварца и альбита. В некоторых случаях микропегматит образует вокруг зерен плагиоклаза сферолитоподобные венчики или развивается по одному из его индивидов в простом двойнике. Авгит редок (0—10 %) и, как правило, слабо амфиболизирован. В переменных количествах (3—15 %) присутствуют рудные минералы — ильменит и сульфиды.

По характеру распределения сульфидов в интрузии может быть выделено два типа минерализации: *шпирово-вкрапленный* (характерными и отличительными особенностями минерализации данного типа являются: довольно высокие концентрации и разнообразие форм выделения сульфидов, наличие сульфидных шпиров, в том числе гравитационно-расслоен-

ных; присутствие платиновых минералов; высокая степень изменения ильменита) и *прожилково-вкрапленный*. Главные рудные минералы пирротин, пентландит, халькопирит, широким распространением в рудах пользуется ильменит, встречаются никелин, кобальтин, герсдорфит, бравоит, пирит, марказит, гидрогетит, миллерит, борнит. Содержание главных рудных минералов варьируется в следующих пределах, %: пирротин — 1—30, халькопирит — 0.5—10, пентландит — 0.01—5.

Минералогия

Микрозондовые исследования, проведенные в Институте экспериментальной минералогии, г. Черноголовка (аналитик А. А. Муханова), позволили охарактеризовать ранее установленные и впервые обнаруженные на данном этапе рудные минералы:

1. Ранее выделенные минералы (рис. 2):

Пирротин — доминирующий и наиболее интересный с минералогической точки зрения минерал данного объекта — образует тонкую вкрапленность, неправильной формы («хлопьевидные») мелкие выделения в породообразующих минералах, шлиры самых различных размеров. Границы шлиров чаще всего зазубрены, с прямолинейными участками. Шлиры, как правило, поликристаллические, вкрапленники моно- и поликристаллические. Наблюдаются блокование и агрегатизация монокристаллических вкрапленников у их периферии, происходящие, видимо, в результате механических напряжений. Пирротин отчетливо ксеноморфен по отношению к породообразующим пироксенам и ильмениту, выполняет в них трещинки, цементирует обломки. В сростании с пирротином развивается халькопирит (1—5 %). Он приурочен к промежуткам и к периферическим частям пирротиновых зерен, что свидетельствует о его более позднем образовании по отношению к пирротину.

Халькопирит по степени распространённости является вторым, после пирротина, сульфидным минералом в рудах участка «Первого». Он встречается в виде отдельных ксеноморфных зерен неправильной формы, располагающихся в периферийных частях пирротиновых шлиров и вкрапленников

Рис. 1. Схематический план участка «Первый» [3].

1 — известняки с прослоями терригенного материала; 2 — глинистые сланцы; 3 — роговики; 4 — карбонатизированные роговики и кальцифиры; 5 — эндоконтактные породы; 6—8 — диабазы: 6 — мелкокристаллические, 7 — среднекристаллические, 8 — крупнокристаллические; 9 — вкрапленное оруденение; 10 — шлирово-вкрапленное оруденение; 11 — зоны развития гранофилов; 12 — зоны расщелачивания и карбонатизации; 13 — тектонические нарушения

Рис. 2. Формы распределения сульфидных минералов в долеритах и габбро-долеритах. 1 — пирротин, 2 — пентландит, 3 — джулукулит, 4 — халькопирит

Рис. 3. Замещение пирротина джулукулитом и бравоитом.
1 — пирротин, 2 — джулукулит, 3 — бравоит

или образующих самостоятельную вкрапленность. Встречается в виде тонких прожилков и вкрапленников в ильмените, пирротине и породообразующих силикатах. Часто ассоциируется с арсенидами и сульфоарсенидами никеля и кобальта, окружая по периферии их самостоятельные выделения. Очень характерны столбчатые выделения халькопирита в поперечно-шестоватых кварц-амфибол-сульфидных прожилках.

Пентландит, как и пирротин, является одним из главных рудных минералов и распространен достаточно широко. Он встречается в виде ксеноморфных зерен в периферийных частях пирротиновых шлифов и вкрапленников, часто на границах пирротина и халькопирита. Реже наблюдаются идиоморфные выделения пентландита в центре шлифов, а также тонкие прожилки.

Джулукулит (кобальтин) обнаруживается в виде самостоятельных угловатых и неправильной формы зерен белого, серого цвета. Нередко кобальтин образуется по периферии зерен пирротина (рис. 3), халькопирита, пентландита.

Ильменит распространен довольно широко. Его содержание варьируется от 0.2 до 4.6 %, среднее содержание 1.6 %. Он характеризуется разнообразием типов выделений.

Никелин относится к аксессуарным минералам, находится в рудных зонах и в кварц-карбонат-сульфидных прожилках.

Бравоит, как и во всех типах минерализации, обнаруживается в виде отдельных зерен, образовавшихся в результате замещения пирротина (рис. 3) и пентландита.

Пирит, марказит, гидрогетит встречаются относительно редко в виде вторичных продуктов по пирротину. Пирит, кроме того, выполняет густую сеть трещин в зоне дробления долеритов, формируя извилистые и

волокнистые прожилки, вторичную вкрапленность, сплошные линзообразные скопления.

2. Новые для данного объекта минералы (рис. 4):

Минерал изоморфного ряда альтаит (PbTe)—клаусталит (PbSe) — довольно распространенный минерал белого цвета, образующийся зачастую на каемках и в виде мелких включений в пирротине и джулукулите (рис. 5). Представляет собой листоватые, чешуйчатые пластины и изометричные зерна наноразмерности. Из включений отмечаются золото, серебро, железо и сера, малый размер зерен которых, вероятнее всего, способствовал захвату этих включений. Возможно описанный нами минерал является продуктом изменения галенита, хотя наши данные говорят о том, что такая промежуточная фаза маловероятна. По результатам пересчета химического состава этот минерал отвечает формуле $(\text{Pb}_{0.92}\text{Ag}_{0.08})\text{TeSe}$.

Рис. 4. Минеральные фазы поздней генерации в джулукулите.

1 — золото+серебро, 2,4 — мелонит, 3 — альтаит-клаусталит, 5 — пентландит

Рис. 5. Каемки нагайгита (слева) и минерала изоморфного ряда альтаит-клаусталит (справа) в джулукулите (серый минерал)

Рис. 6. Самородные минеральные фазы золота и свинца в джулукулите

Мелонит обнаруживается в интерстициях и трещинках джулукулита в виде вкраплений и включений. Представляет собой белые с красноватым оттенком наноразмерные зерна неправильной формы. Из включений в них присутствует сурьма. По составу минерал отвечает формуле $\text{Ni}_{1.01-1.04}\text{Te}_{2.00}$.

Тилькеродит представляет собой смесь клаусталита и кобальтина и локализуется в трещинках и интерстициях кобальтина. Образует светло-серые неправильной формы наноразмерные включения. Из примесей присутствует железо. По результатам пересчета химического состава минерал отвечает формуле

Галенит представляет собой наноразмерные, иногда более крупные (до первых миллиметров) кристаллы серо-белого цвета среди породообразующих минералов. Является, как правило, новообразованным минералом, т. е. продуктом более поздней генерации. Из примесей содержит в себе висмут, платину, палладий. Он существенно выделяется из общей группы в связи с повышенными содержаниями элементов платиновой группы. Минерал отвечает формуле $(\text{Pb}_{0.45}\text{Bi}_{0.13}\text{Pt}_{0.11}\text{Pd}_{0.09/0.78})_{1.00}\text{S}_{1.00}$.

Сфалерит встречается в виде форм замещения в основной массе халькопирита. Представляет собой наноразмерные неправильной формы зерна серого цвета. Из примесей содержит в себе железо и медь, но в очень малых количествах. Отвечает формуле $(\text{Zn}_{0.88}\text{Fe}_{0.11}\text{Cu}_{0.01})_{1.00}\text{S}_{1.00}$.

Нагагит, как и альтаит-клаустолит (рис. 5), образуется по периферии и трещинкам в пирротине и представляет собой наноразмерные удлиненные и неправильной формы

зерна бело-серого цвета. Минерал отвечает формуле

Самородное золото (рис. 4, 6) находится в виде вкраплений и включений в основной массе джулукулита. Представляет собой желтовато-белые неправильной формы наноразмерные зерна. Из примесей в золоте присутствует серебро (11.4—13.6 %). Нередко встречаются мономинеральные фазы.

Самородный кобальт концентрируется по трещинкам и в основной массе джулукулита. Как правило, представляет собой наноразмерные формы заполнения белого цвета.

Самородный свинец (рис. 6), как и кобальт, образуется по трещинкам и в пространствах между зернами джулукулита. В отличие от кобальта концентрируется в относительно больших количествах и является продуктом поздней генерации. Представляет собой оловянно-белые наноразмерные неправильной формы зерна.

Таким образом, в результате наших исследований выявлен целый ряд новых, ранее не отмеченных на данном участке минеральных фаз, которые позволили расширить представление о процессе формирования сульфидных руд.

Теллуриды, селениды образовались на конечной стадии формирования сульфидных медно-никелевых руд вследствие метаморфогенно-гидротермальных процессов, следовавших уже после кристаллизации магматического расплава.

В результате распада твердого раствора происходили вынос таких элементов, как свинец, сурьма, кобальт, мышьяк, и соответственно привнос минералов элементов пла-

тиновой группы, что привело к формированию новых минеральных и самородных фаз.

Вероятнее всего, образование минеральных фаз происходило по такой схеме: титаномagnetит — магнетит + ильменит — пирротин + пентландит + халькопирит — никелин + кобальтин + джулукулит — пирит + галенит + ильменит 2-й генерации + магнетит 2-й генерации + марказит + бравоит + гематит — теллуриды, селениды, самородные фазы.

Автор выражает благодарность: научному руководителю академику Н. П. Юшкину, к. г.-м. н. Т. П. Майоровой (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар); А. А. Мухановой (ИЭМ, г. Черноголовка), М. А. Шишкину (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург)

Литература

1. Жуков Ю. В., Заборин О. В. Геологическое строение листов R-41-103-B(в,г), R-41-103-Г(в,г), R-41-104-B(в,г), R-41-116-Г(а,б), R-41-117-A(в,г), R-41-117-B(а,б), R-41-117-Г(а,б), R-41-118-B(а,б): Отчет Нялпейской ГПСР по результатам работ масштаба 1:50000 за 1968—1970 гг. Воркута, 1971.
2. Жуков Ю. В., Заборин О. В. Сульфидное медно-никелевое оруденение на Пай-Хое // Геология и полезные ископаемые Северо-Востока европейской части СССР и севера Урала: Труды VII Геол. конф. Коми АССР. Т. 2. Сыктывкар, 1973. С. 438—440.
3. Осташенко Б. А. Петрология и оруденение центрально-пайхойского базальтоидного комплекса. Л.: Наука, 1979. 113 с.
4. Чулаевский А. М., Короткова Г. А. и др. Отчет по производству поисковых работ на сульфидные медно-никелевые руды в междуречье рек Хей-Яга, Хенгур-Ю на территории листов R-41-115-A(а,б), B; R-41-116-A,Б: Отчет Хейягинской ГПП за 1976—79 гг. Воркута, 1979.
5. Шкарубо С. И., Шишкин М. А., Маркина Н. В. и др. Создание комплекта Государственной геологической карты масштаба 1:1000 000 листа R-41. Отчет о выполнении работ по Государственному контракту № 03/03/12—17., Морская арктическая геологоразведочная экспедиция (ОАО МАГЭ). Пай-Хой, Печорская низменность, Карское море. Лист R-41, 2008.
6. Юшкин Н. П. и др. Рудные формации Пай-Хоя и Полярного Урала и эволюция их минеральных парагенезисов. Раздел I: Рудные формации Пай-Хойского и Вайгач-Новоземельского антиклинориев. Сыктывкар, 1974.