

Рудное тело представлено скарнами которые имеют среднюю мощность 16 м. Оно выклинивается в интервале глубин от 300 до 350 м. В отобранных образцах встречаются рудные минералы и зональные гранаты – 2...8 %. Рудные минералы: магнетит 50...80 %, сидерит 20...45 %, гематит 5...10 %, сфалерит до 7 %, лимонит 5...10 %. Макроскопически они имеют темную, красноватую окраску и массивную, полосчатую, прожилковую, трещиноватую текстуру. Основные минералы: магнетит, гематит, сидерит, лимонит. В малом количестве встречаются сфалерит и азурит. Иногда наблюдаются зональные гранаты, а в прожилках гематитизированный кварц и кальцит. Магнетитовые руды имеют микроструктуры гранобластовые, сидеронитовые, идиоморфные и пластинчатые. Магнетит в отраженном свете имеет синевато-серый, голубоватый цвет и низкую отражательную способность. Форма зерен изометричная, гипидиоморфнозернистая. Межзерновое пространство заполнено окисленными минералами. По сравнению с магнетитом, сфалерит и гематит выглядят более светлыми серыми, светло-серыми с буроватыми внутренними рефлексами, форма зерен часто неправильная (рис. 2. а). Сидерит имеет темно-серый цвет, сильно анизотропный, внутренний рефлекс – светло-желтый. В некоторых образцах в прожилках встречается гранат, а также кальцит и мартит (рис. 2. б.).

Методом рентгено-флюоресцентного анализа было проведено определение элементов-примесей в рудах. В больших количествах были выявлены концентрации Cu, Mn, Ni, в меньших количествах Zn, Zr. Средние содержания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средние содержания примесных элементов, г/т

	Zn	Cu	Pb	Mo	Sn	Ni	Cr	V	Mn	Ti	Zr	Y
Гранатовый скарн	0,003...1	30...3000	2,5...100	0,5...2000	1...300	5...50	10...50	30...200	1000...10000	1000...10000	20...100	10...70
Магнетитовый скарн	0,1...1	80...3000	2,5...800	5...2000	20...100	5...200	200	н.о.	2000...3000	1000...5000	5...30	н.о.

Выводы. Тип скарна – известковый, породы сильно дислоцированы и катаклазированы. Это дает возможность для протекания метасоматических реакций, что доказывается наличием вторичных минералов таких как мартит, гематит. Условие образования близнеялтральное (раннещелочное), температура средне-высокая. Образование оруденения генетически связано с гидротермальными растворами. По форме минералов определена последовательность выделения минералов. Получилась такая последовательность: после скарнов первым формируется наиболее высокотемпературный рудный минерал магнетит, а затем в результате гидротермального процесса кристаллизуются гематит и сидерит, далее сульфидный минерал – сфалерит.

Литература

1. Маринов Н.А., Геология Монгольской народной республики – Т. 3: Полезные ископаемые. – М.: Недра, 1977. – 703 с
2. Смирнов В.И., Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – 669с.
3. Афанасьева М.А., Бардина Н.Ю., Богатиков О.А. и др. Петрография и петрология магматических и метасоматических горных пород: Учебник – М.: Логос, 2001. – 768 с.
4. Григорьев В.М., Борисенко Л.Ф., Кравченко Г.Г. и др. Справочник по рудам черных металлов для геологов – М.: Недра, 1985. – 287 с.

ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В ПИРИТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РУДНОГО ПОЛЯ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

И.А. Буряков

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

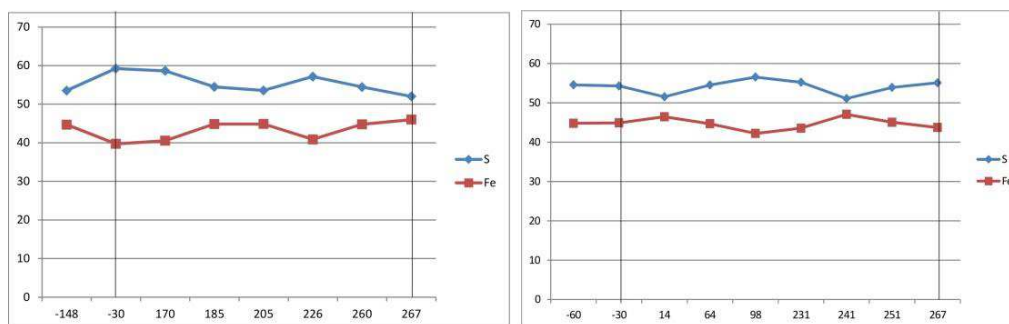
Центральное рудное поле расположено в западной части Кийской структурно-фациальной зоны Салаиро-Кузнецкой геосинклинальной системы вблизи северо-восточной ветви Кузнецко-Алтайского глубинного разлома. Особенности геологического строения рудного поля определяются его приуроченностью к Центральнинскому гранитоидному массиву Мартайгинского комплекса, прорывающему нижнепалеозойскую вулканогенную толщу Алатарского синклиория [2]. Центральное рудное поле относится к кварцево-жильному типу золоторудных месторождений. Предметом изучения являются кварцево-золото-сульфидные жилы, а также околорудные метасоматиты, представленные березитами с сульфидной минерализацией. Цель работы: по средствам изучения химического состава пирита, распределения элементов-примесей, выделить геохимические критерии рудоносности кварцево-сульфидных жил Центрального рудного поля. Изучение закономерностей распределения сульфидов, и элементов-примесей в них, также позволит выяснить и уточнить процессы и последовательность рудообразования рудного поля.

Центральное рудное поле характеризуется большим количеством кварцево-золото-сульфидных жил с различной пространственной ориентировкой, среди которых выделяют жилы северо-восточного и субширотного

простираения. Вмещающие породы вблизи кварцевых жил подвергаются гидротермальным изменениям, выражающимся в их березитизации. Мощность зон измененных пород колеблется от нескольких миллиметров до 4...5 метров. В целом в кварцевых жилах северо-восточного простираения она выше, чем в жилах субширотного простираения [1]. В основу данной работы легло изучение зерен пирита, как в сплошном рудном столбе, так и в околорудных березитах. Жила Тысячная субширотного простираения имеет мощность порядка от 3 до 7 метров, при этом березитовая оторочка имеет мощность до 3 метров в околорудном пространстве и до 10...15 метров вне кварцевой жилы. Пирит – один из самых распространенных минералов исследованных золоторудных объектов, а также один из наиболее важных по своим типоморфным особенностям. Пириты отмечены как в форме сплошных агрегатов из кварцевой жилы, так и в виде вкраплений кубической формы в околорудных березитах. Материалом для исследований послужили 21 шлиф-аншлиф и 15 шлифов, отобранных с одного горизонта по простираению всей жилы Тысячной.

Изучение химического состава пирита, а также наличие элементов-примесей и их распределение внутри зерен производилось при помощи Рентгено-флуоресцентного микроскопа XGT-7200. Изучение элементов-примесей и их распределение в зернах пирита производилось при помощи нескольких модулей: спектральное исследование химического состава (Spectrum) и площадное картирование образца с целью установления распределения химических элементов в образце (Mapping).

Для изучения качественного и количественного химического состава, в каждой изучаемой пробе были выбраны 5 зерен пирита. В каждом зерне выбраны 5 точек, в которых и проводились измерения. В результате чего было получено 25 спектров, характеризующих пирит в определенной пробе. Каждый спектр несет в себе информацию о химическом составе непосредственно в заданной точке в зерне пирита. В результате интерпретации каждого спектра в программном обеспечении микроскопа XGT – 7200 – Spectrum, в каждом зерне получен количественный химический состав основных элементов и элементов-примесей. По полученным спектрам было высчитано среднее значение по каждому зерну, а затем и по пробе в целом, и, именно, это значение принято в работе за среднее содержание элементов в пробе. Среднее содержание Fe и S в пиритах составляет 40...47 % и 51...58 % соответственно. Кроме Fe и S в пиритах установлены следующие элементы-примеси: Co, Ni, Pb, As, Zn, Cu, реже встречаются Cs, Sm, Zr, Sn, Cl, Mn и другие. Сравнивая результаты анализа жильного пирита и пирита из околорудных березитов, видно, что содержание основных элементов и элементов-примесей различается. На рис. 1 видно, что при повышении содержания Fe в рудном столбе, содержание Fe в березитах снижается, и наоборот. Так, например, на отметке 30 метров в жиле содержание Fe достигает своего минимума 39,7 %, а в березите на этой же отметке содержание равняется 44,8 %. Начиная с отметки 226 метров до 267 метров в сплошном рудном столбе содержание Fe повышается, и, в тоже время, наблюдается понижение содержания Fe в околорудных березитах жилы Тысячная.



а **б**
Рис. 1. Содержание Fe и S (%) в пирите по жиле Тысячная:
а) распределение элементов в жиле; б) содержание в березитах

Та же картина наблюдается и по элементам-примесям в пирите. Повышение содержания As, Co, Ni, Zn, Pb в рудном столбе, при понижении содержания этих же элементов в березитах. Наиболее наглядно это можно наблюдать по содержанию As и Co в зернах пирита. Повышенные содержания в березитовых телах As \approx 1,4 % и Co \approx 0,027 %, и явное их понижение в образцах и пробах из кварцевой жилы As до 0,2 % и Co до 0,007 %.

По данным В.Г. Ворошилова [2] кварцево-сульфидные жилы образовались в результате всасывания флюидов из ослабленных зон в полости, возникавшие в результате тектонических подвижек. В результате резкого раскрытия трещины растворы устремляются в нее из всего окружающего пространства. Приведенные выше графики показывают резкое обеднение внутренних зон березитов теми элементами, которые концентрируются в сопряженном участке жилы, что и доказывает процессы всасывания флюидов по трещинам, а также доказывает тот факт, что формирование золотоносных кварцевых жил происходило с интенсивным привнесом Cu, Zn, Pb, As, Co, Fe [3]. Для изучения распределения уже установленных элементов-примесей, измерение в каждом зерне пирита производилось по сетке, состоящей чаще всего из 400 точек (20 x 20). Все точки находились на равном расстоянии друг от друга, и в каждой из них производились измерения химического состава. Таким образом, в каждом изученном зерне пирита размером от 0,5 до 1,5 мм получено 400 спектров, несущих в себе качественный и количественный химический состав. В результате были получены содержание элементов-примесей в пирите, которые при помощи программы Surfer трансформировались в grid изображение, в

виде координатной сетки и изолиний с содержанием химических элементов (рис. 2). Данная манипуляция позволила установить распределение элементов-примесей внутри зерен пирита. На рисунке изображены зерна пирита и распределение As внутри зерен. Отчетливо видно, что в кварцевой жиле As распределен по границам зерен, по трещинам внутри зерен и совсем отсутствует в центральной части зерна (рис. 2 а). В березитах обратная картина: As сосредоточен в центре зерен пирита, и отсутствует по краям (рис. 2 б). Точно такой же характер распределения в пирите и других элементов-примесей: Cu, Pb, Zn; распределение Co и Ni не равномерное, и не приурочено к трещинам, и границам зерен пирита. Данные исследования также доказывают явление всасывания флюидов по трещинам, а также указывают, что источником элементов-примесей в кварцевой жиле являются тела березитов, в которых эти элементы отложились раньше процесса рудообразования.

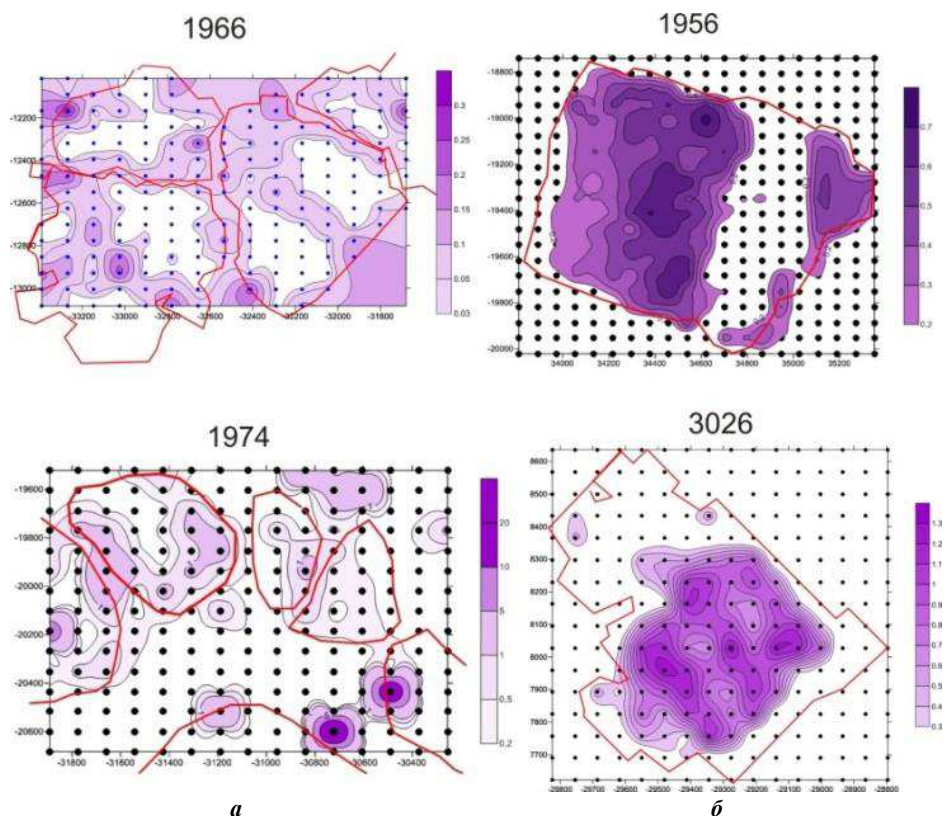


Рис. 2. Распределение As в пирите:
а) в кварцевой жиле; б) концентрация в березитах

Выводы: 1) в зернах пирита жилы Тысячной в ходе изучения химического состава установлены следующие элементы-примеси: As, Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Sm, Cs, Sn, Cl, Mn и другие; 2) формирование золотоносных кварцевых жил происходило с интенсивным привнесом Cu, Zn, Pb, As, Co, Fe и в тоже время выносом их из околорудных березитов; 3) кварцево-сульфидные жилы образовались в результате всасывания флюидов из ослабленных зон в полости, в результате резкого раскрытия трещины растворы устремляются в нее из всего окружающего пространства, что доказывает приуроченность элементов-примесей к границам зерен пирита в жиле. Следовательно, наличие выше перечисленных элементов-примесей, их распределение в зернах пирита, возможно, считать геохимическим критерием золотоносности кварцевых жил Центрального рудного поля.

Литература

1. Баженов В.И. О проявлении горизонтальной зональности оруденения в центральном рудном поле // Известия ТПИ / Томский политехнический институт. – Изд-во Томского ун-та, Геология, 1971. – Т. 177. – С. 3–9.
2. Ворошилов В.Г. Механизм формирования аномальных структур геохимических полей гидротермальных месторождений золота, Известия Томского политехнического университета / Томский политехнический университет, 2005. – Т. 308. – № 2. – С. 31–36.
3. Ворошилов В.Г. Эндемичная зональность гидротермальных образований Центрального рудного поля Кузнецкий Алатау: дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1987.