

КОЛЧЕДАННЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ХАРАМАТОЛОУСКОЙ ПЛОЩАДИ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ И ИХ МОЛИБДЕНОНОСНОСТЬ

В пределах Хараматолоуской площади известно несколько рудопроявлений и ряд точек минерализации, относящихся к серноколчеданной, медноколчеданной и медно-цинковоколчеданной рудным формациям (см. рисунок). Эти рудопроявления формировались в условиях островодужной геодинамической обстановки и развиты в связи с проявлением вулканизма формации натровых базальтов-риолитов верхнерифейского возраста [3].

Оруденение сопровождается гидротермальными изменениями пород, относящимися к формации кварц-серицит-хлоритовых метасоматитов. В ореолах измененных пород выделяются внешняя, промежуточная и внутренняя зоны. Типоморфными минералами внешней зоны являются хлорит, альбит, реже кварц и карбонат. Для промежуточной зоны характерны кварц, серицит, хлорит, реже альбит и карбонат. Во внутренней зоне развиваются кварц и серицит. К рудосопровождающим процессам относятся хлоритизация, альбитизация, окварцевание и карбонатизация.

Процессы метасоматического преобразования пород сопровождаются привнесением в зоны реакций SiO_2 , Fe_2O_3 , K_2O , SO_3 , в меньшей степени CaO , CO_2 , остальные петрогенные элементы из зоны реакций выносятся.

Изучение колчеданных объектов Хараматолоуской площади позволило выделить эпигенетическую зональность, обусловленную эволюцией геологических процессов, сменой Р-Т условий в пространстве и времени. Возрастные взаимоотношения и геологическая позиция процессов позволяют установить следующий ряд эпигенетических событий: контактовый метаморфизм в сочетании с железо-магнезиальным метасоматозом (развитие граната и биотита вдоль контактов вулканогенных пород) → развитие кварц-серицит-хлоритовых метасоматитов с сопряженным колчеданным оруденением → региональный метаморфизм зеленосланцевой фации, эпидот-хлоритовой субфации (рассланцевание метасоматитов, полосчатые текстуры руд, развитие нерудных минералов по рудам) → дислокационный метаморфизм в сопровождении пирит-халькопиритовой минерализации (дробление "первичных" руд, брекчирование, развитие стильпномелана, амфибола, парагонита, рудная минерализация сечет сланцеватость). Выявленный ряд эпигенетических событий в полном объеме не реализуется в пространстве, т. е. латеральная зональность не совсем соответствует установленной последовательности эпигенетического преобразования пород.

В табл. 1 приведены структурная позиция, вмещающие породы, морфология рудных тел и минеральный состав руд колчеданных рудопроявлений Хараматолоуской площади, из которой следует, что все рудопроявления локализованы в вулканогенно-осадочных образованиях няровейской свиты.

Минеральный состав руд довольно однообразен: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, пирротин, реже борнит, магнетит и блеклые руды, со значительными количественными вариациями на разных объектах.

Типоморфными элементами руд объектов серноколчеданной рудной формации ("Нырдовоменшорское", "Нырдовоменское-Правобережное", "Елецкое-2") являются: серебро, медь, цинк, свинец, кобальт, мышьяк и молибден (табл. 2). Наиболее высокие концентрации меди свойственны рудам Нырдовоменского-Правобережного рудопроявления, при весьма неравномерном (коэффициент вариации составляет 141 %) ее распределении. Самые низкие содержания меди характерны для Нырдовоменшорского рудопроявления при крайне неравномерном распределении (коэффициент вариации составляет 306 %). Максимальные концентрации цинка и свинца отмечаются на рудопроявлении "Елецкое-2", при весьма неравномерном их распределении (коэффициент вариации составляет 129 и 133 %, соответственно). В надкларковых концентрациях содержатся цинк, галлий (Нырдовоменшорское), титан (Нырдовоменское-Правобережное), олово (Елецкое-2).



Положение колчеданных объектов в структурах Хараматолоуской площади:

1 – надвиги, 2 – прочие разрывные нарушения, 3 – элементы залегания, 4 – рудопроявления и их номера (1 – Скальное, 2 – Нырдовоменское, 3 – Нырдовоменское, 4 – Елецкое-2, 5 – Елецкое -1, 6 – Монтолорское, 7 – Тышорское)

В геохимический спектр руд медно-цинковоколчеданной рудной формации (Тышорское, Скальное, Монтолорское) входят: кадмий, свинец, сурьма, мышьяк, цинк, серебро, медь, молибден, барий. Здесь выделяется три геохимических типа колчеданных руд: медно-цинковоколчеданной (Тышорское), цинковоколчеданной (Скальное) и баритовой (Монтолорское).

Первый тип руд характеризуется высокими концентрациями кадмия, свинца, сурьмы, мышьяка, цинка, серебра, меди и молибдена. Второму типу свойственны цинк, серебро, свинец, медь, молибден, причем содержания цинка являются самыми высокими из всех колчеданных объектов описываемой площади, при крайне неравномерном (коэффициент вариации составляет 237 %) его распределении и самом высоком отношении цинка к меди. К типоморфным элементам баритового геохимического типа относятся свинец, цинк, серебро, барий, медь.

На колчеданных объектах Хараматолоуской площади отмечается тесная ассоциация молибдена с рудами, нередко с образованием существенных концентраций.

На рудопроявлении "Елецкое-2" концентрация молибдена варьирует от $0,15$ до $0,7 \times 10^{-3} \%$, в среднем составляя $0,29 \times 10^{-3} \%$, при неравномерном его распределении (коэффициент вариации равен 86 %). Молибден в рудах имеет положительную корреляционную связь с никелем, ванадием и хромом. По результатам кластерного анализа в этой группе элементов наиболее сильная связь характерна для хрома и никеля, которые, в свою очередь, связаны с ванадием, а эти три элемента имеют значимую связь с молибденом.

В рудах серноколчеданного рудопроявления "Нырдовоменское-Правобережное" среднее содержание молибдена составляет $0,9 \times 10^{-3} \%$ при весьма неравномерном его распределении (коэффициент вариации равен 110 %). Молибден имеет прямую положительную связь с ванадием, кобальтом, серебром и прямую отрицательную связь с никелем и лантаном. Кластерным анализом установлено, что молибден, серебро и кобальт на рудопроявлении образуют самостоятельную ветвь, в которой наиболее сильная связь отмечается между серебром и кобальтом, а молибден связан с этой парой элементов.

Среднее содержание молибдена на Нырдовоменском рудопроявлении составляет $0,28 \times 10^{-3} \%$ при крайне неравномерном его распределении (коэффициент вариации 179 %). Молибден в рудах имеет значимую положительную связь с медью, цинком и свинцом. Кластерный анализ позволил разделить эти элементы по силе корреляционных связей на две пары. Первая пара включает в себя свинец и цинк и характеризуется наиболее сильной связью. Вторая пара взаимосвязанных элементов включает медь и молибден, которые коррелируются с первой парой элементов.

Характеристика колчеданных рудопоявлений Хараматолоуской площади

Наименование объекта	Структурная позиция	Вмещающие породы	Морфология рудных тел и типы руд	Минеральный состав руд
Елецкое-2	Зоны дробления, брекчирования, повышенной удельной прожилковатости, расщепления и смятия	Метаморфические аповулканогенные и углеродисто-кремнистые сланцы няровейской свиты	Линзовидная. Массивные, вкрапленные	Основные: пирит. Второстепенные: халькопирит, сфалерит, редко борнит и блеклые руды
Нырдовоменшорское	Зона меланжа Рай-Изского надвига. Зоны повышенной удельной трещиноватости, прожилковатости, расщепления и смятия пород	Серицит-хлорит-кварцевые, хлорит-серицит-кварцевые сланцы, аповулканогенные и углеродистые сланцы няровейской свиты	Линейные зоны, линзы. Вкрапленные, прожилково-вкрапленные	Основные: пирит, халькопирит. Второстепенные: пирротин, сфалерит, галенит
Нырдовоменское - Правобережное	Зона меланжа Рай-Изского надвига	Базальтоиды няровейской свиты	Линейные зоны, линзы. Вкрапленные, прожилково-вкрапленные, массивные	Основные: пирит, халькопирит, сфалерит. Второстепенные: галенит, арсенопирит, ковеллин, магнетит
Нырдовоменское - Левобережное	Зона меланжа Рай-Изского надвига	Туфы и углеродисто-глинистые сланцы няровейской свиты	Линзовидная. Массивные, прожилково-вкрапленные, вкрапленные	Основные: пирротин, халькопирит, сфалерит, пирит. Второстепенные: галенит
Тышорское	Тектонические нарушения северо-западного простираания: зоны дробления, брекчирования, смятия, повышенной удельной прожилковатости и трещиноватости	Вулканогенно-осадочные породы няровейской свиты: углеродистые сланцы, дациты, андезиты, базальты, риолиты и их туфы	Линзообразная, лентообразная. Массивные, прожилковые, прожилково-вкрапленные, вкрапленные	Основные: пирит, сфалерит, халькопирит, пирротин, гематит. Второстепенные: галенит, борнит, блеклая руда.
Скальное	Фронтальная часть зоны меланжа Рай-Изского надвига	Расщепленные базальтоиды няровейской свиты	Линейные зоны. Прожилково-вкрапленные, линзовидные	Основные: пирит, сфалерит, халькопирит. Второстепенные: галенит, ковеллин, арсенопирит
Монтолорское	Тектонические нарушения северо-западного простираания: зоны брекчирования, дробления, расщепления, повышенной удельной трещиноватости и прожилковатости	Туфы среднего и основного составов, дациты, андезиты, базальты, риолиты, углеродистые сланцы няровейской свиты	Линзообразная, лентообразная. Массивные, прожилковые, прожилково-вкрапленные, вкрапленные	Основные: пирит, сфалерит, халькопирит, пирротин, гематит. Второстепенные: галенит, борнит, блеклая руда, барит

Геохимическая характеристика руд колчеданных объектов Хараматолоуской площади (с использованием материалов Анохина О.М.)

Рудопроявление	Кларки концентрации						Zn : Cu	Pb : Zn : Cu	Геохимический тип по [4]
	>100	> 50	>25	>10	>5	>2			
Тышорское n = 45	Кадмий (129)*, свинец (133), сурьма (233), мышьяк (178)	Цинк (25), серебро (79), медь (58)	Молибден (75)				1,5	1 : 4 : 3	Медно-цинковый
Монтолорское n = 45		Свинец (213)	Цинк (100)	Серебро (73)	Барий (71)	Медь (129)	11,0	1 : 7 : 0,6	Баритовый
Елецкое-2 n = 6			Цинк (129)	Свинец (133), медь (110), серебро (71)	Мышьяк	Кобальт (92), молибден (86)	1,8	1 : 21 : 12	Серноколчеданный
Нырдовоменское Правобережное n = 11		Медь (141)	Серебро (78)	Цинк (151)	Молибден (110)	Свинец (60), кобальт (83)	0,4	1 : 110 : 310	Серноколчеданный
Нырдовоменское Левобережное n = 8	Медь (137)	Цинк (74), серебро (61)		Свинец (63)	Кобальт (36)	Молибден (41), олово (56), титан	0,2	1 : 71 : 304	Медноколчеданный
Нырдовомен- шорское n = 25		Серебро			Медь (306) Свинец (213)		0,2	1 : 8 : 36	Серноколчеданный
Скальное n = 7	Цинк (237), серебро (75)	Свинец (148)		Медь (60)		Молибден (52), вольфрам (31)	21	1 : 90 : 4	Цинковоколчеданный

* В скобках – коэффициент вариации, %

Состав элементов-примесей в пиричах колчеданных проявлений Хараматолоуской площади (с использованием материалов Анохина О. М.)

Рудопро- явление	Содержание элементов в $\mu\text{g} \cdot 10^{-4}\%$												Параметр элементарной ячейки, А
	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	V	Mo	Ag	Bi	Cd	Mn	Tl	
Нырдино- шорское $n = 5$	$\frac{0-3300^*}{818}$	$\frac{0-1850}{788}$	$\frac{0-64}{21}$	—	$\frac{0-75}{15}$	—	$\frac{0-8}{4}$	$\frac{0,5-6,0}{1,7}$	$\frac{0-4}{0,8}$	—	$\frac{0-64}{24}$	$\frac{13-185}{52}$	н.д.
Нырдино- ское- Правобере- жное $n = 6$	—	—	—	—	—	—	$\frac{0-10}{7}$	$\frac{0-33}{18,7}$	—	—	$\frac{0-102}{73}$	$\frac{0-185}{74}$	Крупно- зернистый 5,4155- 5,4160 Мелко- зернистый 5,4125- 5,4128
Скальное $n = 7$	—	—	—	—	—	$\frac{0-13}{2}$	$\frac{4-8}{6}$	$\frac{2-33}{15}$	—	$\frac{0-420}{79}$	$\frac{33-240}{130}$	$\frac{13-420}{137}$	5,4134
Елецкое-1 $n = 8$	$\frac{64-750}{459}$	$\frac{64-420}{269}$	$\frac{13-102}{26}$	$\frac{0-240}{56}$	$\frac{33-750}{235}$	$\frac{0-13}{1,6}$	$\frac{4-8}{6}$	$\frac{0-8}{3}$	—	—	$\frac{18-240}{66}$	$\frac{13-420}{143}$	н.д.
Елецкое-2 $n = 6$	$\frac{130-7500}{2471}$	$\frac{750-10000}{6933}$	$\frac{64-1025}{296}$	$\frac{0-18}{7}$	$\frac{0-240}{120}$	$\frac{0-18}{3}$	$\frac{4-18}{11}$	$\frac{2-33}{15}$	$\frac{0-8}{2}$	$\frac{0-420}{132}$	$\frac{33-585}{221}$	$\frac{13-320}{181}$	5,4135
Монголор- ское $n = 5$	$\frac{42-4200}{2139}$	$\frac{42-10000}{3455}$	$\frac{13-4200}{1004}$	$\frac{0-42}{20}$	$\frac{0-75}{28}$	$\frac{0-13}{8}$	$\frac{4-33}{15}$	$\frac{4-33}{16}$	$\frac{0-42}{10}$	$\frac{0-240}{85}$	$\frac{33-102}{64}$	$\frac{13-180}{50}$	5,4138
Тышор- ское $n = 5$	$\frac{64-10000}{2770}$	$\frac{130-5850}{3048}$	$\frac{0-1300}{563}$	$\frac{0-13}{8}$	$\frac{0-185}{37}$	$\frac{0-13}{5}$	$\frac{8-42}{17}$	$\frac{0-75}{24}$	$\frac{0-24}{6}$	—	$\frac{33-750}{246}$	$\frac{13-1025}{335}$	5,4138

Типоморфными элементами руд медноколчеданной рудной формации (Нырдовоменское Левобережное) являются: медь, цинк, серебро, свинец, кобальт, молибден, олово, титан. Здесь фиксируются самые высокие содержания меди из всех рудопроявлений Хараматолоуской площади при весьма неравномерном (коэффициент вариации составляет 137 %) ее распределении. Свинец, цинк и серебро в рудах характеризуются неравномерным (коэффициент концентрации составляет 61,74 %) распределением. В надкларковых концентрациях отмечаются галлий, барий, иттрий.

Медноколчеданные руды Нырдовоменского-Левобережного рудопроявления содержат молибден в количествах от 0,4 до $1,0 \times 10^{-3}$ %, в среднем составляя $0,7 \times 10^{-3}$ %, при неравномерном его распределении (коэффициент вариации равен 41 %). Молибдену свойственна обратная значимая связь с оловом и серебром.

Среднее содержание молибдена в медно-цинковых рудах Тышорского рудопроявления составляет $4,8 \times 10^{-3}$ %, при неравномерном его распределении (коэффициент вариации равен 75 %). Такая концентрация молибдена является самой высокой из всех колчеданных объектов описываемой площади (максимальные содержания молибдена достигают 12×10^{-3} %). Молибден тесно связан с цинком и имеет обратную связь с титаном, барием, цирконием, ванадием и хромом. На дендрограмме молибден и цинк образуют самостоятельную ветвь.

Цинковоколчеданные руды рудопроявления "Скальное" содержат молибден в количествах от 0,25 до $1,05 \times 10^{-3}$ %, в среднем составляя $0,5 \times 10^{-3}$ %, при неравномерном распределении (коэффициент вариации = 52 %). Молибден имеет прямую положительную связь с цинком и на дендрограмме выделяется в самостоятельную ветвь, имея незначительную связь со свинцом.

Максимальное содержание молибдена в баритовом типе руд (рудопроявление "Монтолорское") достигает $0,2 \times 10^{-3}$ %, в среднем составляя $0,09 \times 10^{-3}$ %, что является самой низкой концентрацией при неравномерном его распределении (коэффициент вариации = 56 %). Молибден имеет прямую положительную связь с цинком, свинцом, медью, серебром, цирконием, лантаном и отрицательную значимую связь с марганцем и хромом. Кластерным анализом установлено, что наиболее сильная связь в этой группе элементов свойственна серебру и цинку, которые, в свою очередь, связаны с молибденом. Эти три элемента имеют связь на уровне критического значения с парой элементов лантан – цирконий. И, наконец, все эти пять элементов имеют незначительную связь с медью.

Выполненные геохимические исследования позволяют утверждать, что молибден в колчеданных рудах Хараматолоуской площади является типоморфным элементом. Молибденоносность колчеданных месторождений Урала в разное время отмечена в работах [1, 2, 4, 5].

В колчеданных рудах описываемой площади молибден присутствует в виде элемента-примеси, преимущественно в составе сульфидов (табл. 3). Так, выполненный спектральный анализ монофракций пирита показал наличие молибдена во всех пробах. Следует отметить, что на рудопроявлениях выделяется несколько генераций пирита, отражающих стадийность рудообразования, но проанализирован пирит одной генерации.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Установленные геохимические спектры различных геохимических типов руд колчеданных объектов Хараматолоуской площади могут быть использованы при геохимических поисках.
2. Наличие концентраций молибдена в колчеданных рудах следует учитывать при определении формационной принадлежности прожилково-вкрапленной и вкрапленной медной минерализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вершинин А.С., Вахрушева З.Г. О геохимическом спектре медноколчеданных месторождений Урала // Геология и поиски месторождений редких и цветных металлов: Труды СГИ, вып. 112. Свердловск 1975. С.118-123.
2. Волчков А. Г. Молибденоносность меднорудных месторождений // Труды ЦНИГРИ, вып. 170, 1982. С. 26-30.
3. Душин В.А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала. М.: Недра, 1997. 213 с.
4. Овчинников Л. Н., Лутков Р. И. Геохимические типы и зональность колчеданного оруденения Урала. М.: Наука, 1983. 184 с.