ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РУД САРЫ–ЧЕКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ

Самадов Алишер Усманович

ТашГТУ имены Ислама Каримова. директор Алмалыкского филиала DSc, профессор,

Абдусамиева Лобархон Нумонжон қизи

ТашГТУ имены Ислама Каримова. докторант кафедры « Горное дело » Алмалыкского филиала

Abstract. The article presents the results of mineralogical and chemical studies of ores from the Sary–Chekin deposit. The features of host rocks, mineral associations, textural and structural characteristics, and physical–mechanical properties of ores are analyzed. The industrial significance of the deposit is determined by the presence of copper, molybdenum, sulfur, gold, silver, and rare elements. The correlation between the main components is shown to be important for improving the efficiency of ore beneficiation.

Keywords: copper–molybdenum ores, Sary–Chekin deposit, mineral composition, mineral associations, processing, element correlation.

Аннотация. В статье приведены результаты минералогического и химического изучения руд Сары–Чекинского месторождения. Рассмотрены особенности рудовмещающих пород, минеральные ассоциации, текстурно-структурные характеристики и физико-механические свойства руд. Определена промышленная ценность месторождения за счет содержания меди, молибдена, серы, золота, серебра и редких элементов. Показано значение корреляционных связей между основными компонентами для повышения эффективности обогащения.

Ключевые слова: медно-молибденовые руды, Сары–Чекинское месторождение, минеральный состав, ассоциации, переработка, корреляция элементов.

Annotatsiya. Maqolada Sariq–Cho‘qqi koni rudalarining mineralogik va kimyoviy o‘rganish natijalari keltirilgan. Rudani hosil qiluvchi jinslarning xususiyatlari, mineral assotsiatsiyalar, tekstur-struktur belgilari hamda ruda va jinslarning fizik-mexanik xossalari tahlil qilingan. Konning sanoat ahamiyati tarkibidagi mis, molibden, oltingugurt, oltin, kumush va kamyob elementlar miqdori bilan belgilanadi. Asosiy komponentlar orasidagi korrelyatsion bog‘liqlik ruda boyitish samaradorligini oshirishda muhim omil sifatida ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: mis-molibden rudalari, Sariq–Cho‘qqi koni, mineral tarkib, assotsiatsiyalar, qayta ishlash, elementlar korrelyatsiyasi.

Введение

ISSN 3030-3907

Сары–Чекинское месторождение относится к числу перспективных источников медно-молибденового сырья в Центральной Азии. Особенности минерального состава, текстурно-структурных характеристик и физико-механических свойств руд определяют эффективность их промышленной переработки и комплексного использования. Месторождение и рудник Сары-Чеку расположены в 30 км от медной обогатительной фабрики, на северных склонах Кураминского хребта в среднем течении реки Саук-Булак и охватывает площадь 450 км^2. Геология района характеризуется разнообразием пород вулканического и осадочного комплексов, участвующих в его строении.

Наиболее древние породы, слагающие рудный район – метаморфические сланцы ордовик силура. Месторождение Сары-Чеку расположено в висячем боку крупного Мискакского разлома типа надвига и сложено, в основном, изверженными породами палеозоя с остатками кровли карбонатных пород на южном, северном и северо-восточном фланцах месторождения.

Геолого- минералогическая характеристика.

Основные рудовмещающие породы представлены эффузивными порфирами и кварцвыми порфирами в сильной степени серитизированными. Рудная минерализация в зоне окисления представлена минералами: малахитом, азуритом, лимонитом и реже халькозином и купритом. Малахит является основным минералом этой зоны, он заполняет тончайшие трещины, пропитывает породу. Большое количество гидроокислов желез придает рудам зоны окисления буроватый оттенок.

Зона первичных руд представлена рудовмещающими породами, в состав которых входят кварцевые порфиры и розовые гранодиоритпорфиры, окварцованные и серитизированные.

Минеральный состав руд представлен пиритом, халькопиритом, молибденитом, иногда галенитом, сфалеритом, гематитом. Эти минералы выделяются в виде прожилков, вкрапленности и небольших гнездообразных скоплений, но основными формами образования являются прожилки.

Кроме меди и молибдена, руды Сары-Чеку содержат золото, серебро, серу, теллур, рений, индий, галий и таллий.

Содержание меди в балансовых сульфидных рудах колеблется от 0,5 до 3,0%, при среднем содержании 0,5 %.

По проекту из карьера Сары-Чеку добываемые товарные руды имеют среднее содержание: меди – 0,45 %, Mo – 0,0025 %, S -1,52 %, золота – 0,1%, серебра – 2,262 г/т.

Распределение элементов в основных рудных минералах

ISSN 3030-3907

Сары-Чекинского месторождения.

Минералы	Содержание элементов, г/т										
	Au	Ag	Cd	Ga	Zn	Ge	Bi	Se	Te	Re	Hg
Халькопирит	1,5	75	25	15	4	1,0	50	100	18	8,4	0,3
Пирит	2,5	32	-	1	-	-	-	60	10	2,2	-
Молибденит	-	10	-	-	-	-	-	130	10	600	-

Помимо меди, в рудах содержатся молибден, сера, золото, серебро, селен, теллур и рений, что придаёт месторождению комплексный характер и повышает его промышленную ценность. Важным является изучение корреляционных связей между основными компонентами, а также распределения благородных и редких элементов, что позволяет оптимизировать схемы обогащения и повысить извлечение полезных компонентов.

В данной работе рассматриваются минералогические и химические особенности руд Сары–Чекинского месторождения, их основные рудовмещающие породы, ассоциации минералов и технологические параметры, определяющие возможность комплексного использования сырья. Характеристика руды Сары – Чекинского месторождения Основные рудовмещающие породы в зоне первичных руд – кварцевые порфиры, «розовые» гранодиорит-порфиры, сильно окварцованные, серицитизированные. Минеральный состав первичных руд представлен пиритом, халькопиритом, молибденитом, борнитом, теннатит-тетраэдритом, галенитом и сфалеритом. Нерудные минералы представлены кварцем, ортоклазом, серицитом, биотитом, хябритом, эпидотом, ангидритом, кальцитом. Руды представлены в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит-халькопиритовой, кварц-молибденовой и молибденовой ассоциациями. Помимо меди, промышленную ценность в руде представляет молибден, сера сульфидная, золото, серебро, селен, теллур и рений. Распределение меди в сульфидных рудах близко к равномерному. Молибден имеет смешанные максимумы содержаний. Содержание серы хорошо коррелируется с медью. Серебро имеет достаточно четкую корреляционную связь с первичной сульфидной медью. Текстура руд – прожилковая, вкрапленная и мелкогнездовая с преобладанием прожилковой и вкрапленной. Широким распространением пользуются относительно небольшое количество минералов: рудных: пирит, халькопирит, молибденит, борнит, галенит, сфалерит; из нерудных: кварц, ортоклаз, биотит, хлорит,

ISSN 3030-3907

эпидот, ангидрит, кальцит. Эти минералы выделяются в виде прожилков, вкрапленности, редко гнездообразных скоплений. В рудах выделено 2 гипогенных и гипергенных минералов меди – халькопирит, борнит, медь самородная, тенорит, куприт, халькозин, ковеллин, валлерит, зандбергерит, делафоссит, дигенит, из которых практическую значимость имеют лишь халькопирит, борнит и зандбергерит, из минералов молибдена – молибденит. Содержание меди в первичных рудах довольно неравномерное - максимальное- 2,5 %, минимальное – 0,024 %, среднее – 0,55 %. Руды на месторождении сложены в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит халькопиритовой, кварц-молибденитовой, молибденитовой ассоциациями. В промышленном отношении наиболее важны - халькопирит, борнит, молибденит, а также сопутствующие им пирит, галенит, сфалерит, теннатит, тетраэдрит. Главные рудные минералы месторождения - пирит (среднее содержание его в руде 5,32 %) и халькопирит (1,37 %). Все остальные сульфиды имеют резко подчиненное значение: галенит – 0,4 %, молибденит и сфалерит – 0,2 %, борнит и блеклая руда – 0,01 %. Среднее содержание сульфидов в руде - 7,3 %. Рудовмещающие породы в зоне окисления представлены эффузивными порфиритами и кварцевыми порфиритами, в сильной степени окварцованными, серицитизированными. Из рудных минералов в них присутствуют малахит, азурит, хризоколла, борнит, кавеллин, гидрослюды железа, пирит, халькопирит, халькозин. Наиболее распространен малахит, который заполняет тончайшие трещины в породе, пропитывая ее. Согласно принятым кондициям, процент окисления окисленных руд должен не превышать 20 %. Наиболее распространенными рудными минералами в сульфидных рудах являются пирит, халькопирит, магнетит, гематит. В значительном количестве в них присутствуют галенит, сфалерит, молибденит, блеклая руда. Редкими являются минералы висмута и самородного золота. В процессе обработки и переработки руд большое значение оказывают физико механические свойства руд и рудовмещающих пород и их текстурно-структурные особенности. Физико-механические свойства рудовмещающих пород изучались институтом СредАзНИИПроЦветМет. Установлено, что они относятся из-за сильной трещиноватости к слабоустойчивым, хотя крепость их составляет 15-18 (по шкале Протодьяконова). Коэффициент разрыхления равен 1,6. Текстуры и структуры руд изучались на протяжении всего периода исследования месторождения.

1. Химический состав руды (технологические пробы № 1, 2, 3)

ISSN 3030-3907

Элемент	Массовая доля, %		
	Сульфидные первичные руды		Окисленные руды
	Проба №1 по кварцевым порфирам	Проба №2 «розовым» гранодиорит-порфирам	Проба №3 по кварцевым порфирам
1	2	3	4
Медь	1,02	1,15	0,45
Молибден	0,11	0,12	0,005
Железо	1,56	3,25	1,0
Сера общая	1,17	2,96	0,10
Свинец	0,05	0,04	0,04
Цинк	0,03	0,03	0,02
Окись кремния	67,7	62,5	68,2
Окись алюминия	11,0	10,7	12,1
Окись кальция	1,2	0,64	0,65
Окись магния	1,2	0,64	0,65
Двуокись углерода	0,5	0,7	0,7
Селен	0,001	0,0015	0,001
Теллур	0,001	0,001	0,001
Потери при прокаливании	1,9	3,2	1,8
Золото, g/t	0,2	0,2	0,4
Серебро, g/t	2,1	2,2	2,1

Руды Сары–Чекинского месторождения обладают сложным минеральным составом и значительной изменчивостью физико-механических свойств, что требует индивидуального подхода при выборе технологии обогащения. Проведённые исследования проб показали, что крупность вскрытия основных рудных минералов варьирует от 0,07 до 0,15 мм, что указывает на необходимость тонкого дробления и измельчения перед флотацией. Основным технологическим методом обогащения медно-молибденовых руд является **флотация**, эффективность которой определяется правильным выбором реагентов и режимом их дозировки. Для повышения извлечения меди рекомендуется применение **коллектора тиокарбамата**, который улучшает флотационную активность халькопирита и борнита. Молибден выделяется в виде концентрата после коллективной флотации меди и молибдена, с последующим селективным депрессированием меди при помощи реагента Na_2S или ферроцианида натрия.

Проведённые опыты показали, что при оптимальных условиях флотации можно получить концентрат с содержанием меди 18–22 % и молибдена 0,08–0,12 %, при извлечении меди до 87 % и молибдена до 68 %.

ISSN 3030-3907

Это свидетельствует о достаточно высоких технологических возможностях руды.

Для руд с повышенным содержанием окисленных форм меди (малахит, азурит, хризоколла) перспективным направлением является использование **комбинированных схем обогащения**, включающих флотационно-гравитационные методы и гидрометаллургическую переработку. В частности, применение аммиачно-карбонатного выщелачивания позволяет дополнительно извлекать до 25–30 % меди из хвостов флотации.

Комплексное использование сырья требует также вовлечения попутных компонентов — золота, серебра, рения и теллура. Исследования показали, что рений тесно ассоциирован с молибденитом и частично с пиритом, что делает возможным его извлечение из молибденовых концентратов. Извлечение золота и серебра наиболее эффективно при комбинированном цианидно-сорбционном процессе после флотации.

Таким образом, комплексное исследование минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физико-механических свойств руд Сары–Чекинского месторождения позволяет разработать оптимальные технологические схемы их переработки. Это способствует **повышению степени извлечения меди, молибдена и сопутствующих элементов**, что имеет важное значение для рационального использования минеральных ресурсов Центральной Азии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самадов А.У. Минералого-геохимические особенности медно-молибденовых руд Центральной Азии // Горный вестник. – 2021. – №4. – С. 45–52.

2. Носиров Н. Перспективы комплексного использования медно-молибденовых руд Узбекистана // Материалы международной научной конференции. – Ташкент, 2022. – С. 112–118.

3. Mutalova, M. A. & Ibragimov, I. S. «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СМЕШАННЫХ МЕДНЫХ РУД» // Европейский журнал междисциплинарных исследований и разработок, 2023.

4. Mutalova, M. A. «Технологии переработки окисленных и смешанных медных руд» // International Journal of Economy and Innovation, 2023.

5. Геология и обогащение медных руд зарубежом. – Москва: Недра, 2018. – 356 с.

ISSN 3030-3907