

**ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ОКИСЛЕННЫХ РУД В ОТВАЛАХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ “КАЛМАКЫР”**

И. С. Ибрагимов

Старший преподаватель кафедры «Горное дело» Алмалыкского филиала
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама
Каримова, г. Алмалык, Узбекистан.

Аннотация

На сегодняшний день добыча и обогащение цветных, самородных и редких металлов является одной из актуальных проблем в связи с уменьшением содержания полезных компонентов в рудах и расширением областей их использования. Решение этих проблем позволит сформировать новые теории и технологии, новые идеи в области переработки полезных ископаемых, что в свою очередь приведет к созданию передовой техники и технологий, охране окружающей среды, новых методов комплексной переработки горнодобывающего сырья. Развитие рудной базы медной отрасли в современных условиях связывается не только с введением в эксплуатацию новых месторождений, но и с активным вовлечением в переработку низкосортного техногенного медьсодержащего сырья. Окисленные руды, за складированные в отвалах на большинстве медных месторождений, являются наиболее сложными для переработки и характеризуются низким уровнем извлечения меди. Это, в свою очередь, требует изучения состава обогащенных продуктов.

Ключевые слова: окисление, минералы, сульфаты, шламы, степень окисления, отвал, гранулометрический анализ, карбонаты меди, халькопирит

Introduction

Окисленные руды на отвалах Алмалыкского горно-металлургического комбината относятся к медно-порфировому типу руд, а попутные минералы представлены в основном молибденом, золотом и серебром. Эти попутные минералы можно извлекать одновременно с медью.

Рудообразующие элементы в отвалах окисленной руды представлены железом, медью и серой. Количество железа находится на уровне 4,42–7,14%. Преобладает железо в окисленной форме. Массовая доля серы в разных отвалах варьирует от 0,20 до 2,15%. В некоторых отвалах от 15% до 30% серы находится в сульфатной форме.

Степень окисленности отложений в разных участках различна, и в основном они представлены рудами окисдного и смешанного типа. В отвалах № 9 и № 39 минералы меди практически полностью находятся в окисленной форме. Кроме того руды этих отвалов отличаются более высоким содержанием золота по сравнению с другими.

Рудная минерализация в отвалах окисленной руды представлена сульфидами и окислами железа и меди. Содержания окисленной меди в отвалах 39 и 9 достигает 0,6-1,0 %. Количество окислы железа составляет 2,3-4,0%. Медь в 39 и 9 отвалах находится в

основном в окисленной форме, степень окисления составляет 93,0-97,0%. В остальных пробах соотношение сульфидной и окисленной меди варьирует в небольшом диапазоне. Во всех пробах окисленная медь находится преимущественно в свободной форме.

Другие цветные металлы, а также вредные примеси, такие как мышьяк, сурьма и ртуть, в пробах отмечаются в количестве, не превышающем сотых и тысячных долей процента.

Массовая доля слюдисто-глинистых минералов, представленной мусковитом, серицитом, гидрослюда и каолинитом, суммарно составляет 10–16%. Наличие высокой доли слюдисто-глинистых минералов может вызвать осложнения при переработке руды, так как эти минералы имеют склонность к ошламование.

Содержание молибдена в руде практически одинаково во всех сортах и колеблется от 0,0037 до 0,0057%.

В окисленных рудах золото чаще всего встречается в свободном виде. Размер частиц золота не превышает 20 мкм. Основными минералами, связанными с золотом, являются пирит, халькопирит и оксиды железа. Содержание золота не сильно отличается от количества, содержащегося в обычной руде. По результатам фазового анализа количество чистого золота размером 95% - 0,071 мм составило 27,45-53,02%. Золото, устойчивое к цианированию, представлено в основном металлическими пленками, растворяющимися в кислоте.

Содержание меди, молибдена, золота и серебра, а также их распределение по классам крупности, согласно гранулометрическому ситовому анализу 39 и 9 отвалов, можно увидеть в следующих таблицах.

Таблица – 1 Результаты гранулометрического анализа руды отвала № 39

Класс крупности мм	Выход, %	Содержание %			Распределение			
		Cu общая	Cu окис- ленная	Mo	Cu общая	Cu окис- ленная	Mo	Au
-20+10	35,83	0,71	0,69	0,0043	36,00	35,63	33,09	39,6
-10+8	5,72	0,80	0,79	0,0045	6,47	6,51	5,53	6,01
-8+5	10,81	0,63	0,63	0,0040	9,64	9,81	9,29	11,62
-5+2	12,51	0,66	0,65	0,0044	11,68	11,72	11,82	11,72
-2+1	7,26	0,63	0,62	0,0040	6,48	6,49	6,24	5,70
-1+0,5	5,93	0,57	0,57	0,0047	4,78	4,87	5,98	4,35
-0,5+0,2	5,33	0,59	0,59	0,0065	4,45	4,53	7,44	3,68
-0,2+0,1	3,26	0,73	0,72	0,0065	3,37	3,38	4,55	2,30
-0,1+0,071	1,17	0,90	0,89	0,0065	1,49	1,50	1,64	1,05
-0,071+0,	1,86	0,95	0,92	0,0061	2,50	2,46	2,44	1,75
-0,045+	10,32	0,90	0,88	0,0054	13,15	13,09	11,97	12,71
Итого	100,00	0,707	0,69	0,0047	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица – 2 Результаты гранулометрического анализа руды отвала № 9

Класс крупности мм	Выход, %	Содержание %			Распределение			
		Си общая	Си окис- ленная	Мо	Си общая	Си окис- ленная	Мо	Au
-20+10	20,94	0,68	0,62 0	0,0030	21,04	20,40	17,21	23,69
-10+8	4,39	0,67	0,53	0,0043	4,35	3,66	5,18	4,88
-8+5	11,61	0,68	0,58	0,0041	11,67	10,58	13,04	11,41
-5+2	16,76	0,70	0,64	0,0039	17,34	16,86	17,91	14,99
-2+1	9,95	0,63	0,62	0,0034	9,26	9,69	9,26	6,60
-1+0,5	8,65	0,66	0,63	0,0033	8,44	8,56	7,82	6,74
-0,5+0,2	6,94	0,59	0,58	0,0034	6,05	6,32	6,46	4,79
-0,2+0,1	3,62	0,67	0,68	0,0037	3,58	3,86	3,66	3,11
-0,1+0,071	1,75	0,68	0,65	0,0039	1,76	1,79	1,87	1,49
-0,071+0,	2,08	0,76	0,73	0,0040	2,33	2,38	2,28	2,43
-0,045+	13,32	0,72	0,76	0,0042	14,17	15,90	15,32	19,85
Итого	100,00	0,677	0,64	0,0037	100,00	100,00	100,00	100,00

Степень раскрытия минералов показывает количество интересующего минерала в свободной форме (100% раскрытое зерно), а также долю минерала в составе сростков. По степени раскрытия минералы делятся на категории. В каждой категории доля открытой поверхности исследуемого минерала выражена в процентах от общего периметра зерна.

Таблица – 3 Распределение меди по минералам в отвалах № 39 и № 9

Минерал, группа минералов	Доля меди, %	
	39	9
Самородная медь	-	-
Халькопирит	1,16	3,60
Борнит	0,19	0,67
Ковеллин-халькозин	1,65	2,03
Карбонаты меди	32,32	41,67
Сульфаты меди	4,09	4,28
Хризоколла	6,31	11,33
Куприт	5,20	2,52
Псевдомалахит	9,56	6,74
Оксиды / Гидроксиды Fe	11,17	6,42
Слюда, глина	7,96	7,27
другие	20,39	13,47
итого	100,00	100,0

Из таблицы видно, что оксиды меди широко распространены в составе карбонатных минералов меди, их содержание в месторождениях № 39 и № 9 составляет 32,32 и 41,67% соответственно.

Крупность зерен комплекса окислов меди в отвалах №39 и 9 достигает 150 мкм. Доля «крупных» зерен крупнее 45 мкм в этих пробах составляет 28,84–34,63%.

Минеральный состав проб окисленной руды на 92,1–95,1% представлен пороодообразующими минералами. Среди них существенно преобладает кварц – 44–55%.

Количество полевых шпатов – 15–20%. Массовая доля слюды и глины суммарно составляет 10–16%. На долю хлорита приходится 6,5–20%. Слюдисто-глинистые минералы могут способствовать ошламованию руды. Наличие глины в пробах будет оказывать негативное влияние на гидрофизические свойства руды при кучном выщелачивании. Хлорит в процессе серноокислотного выщелачивания может подвергаться частичному растворению и быть источником примесей, загрязняющих технологические растворы.

Исходя из вышеперечисленных показателей, для обогащения окисленных руд месторождений целесообразно использовать комбинированные флотационно-гидрометаллургические или прямые гидрометаллургические технологии.

Для повышения эффективности процесса флотации необходимо предварительно провести процесс поэтапного измельчения, отделить шлам от крупных частиц (60% класса -0,0074 мм) и направить полученный шлам на гидрометаллургическую процесс. Крупнофракционные минералы целесообразно обогащать в обычном процессе окисдной флотации, а отходы флотации направлять на переработку по гидрометаллургической технологии, поскольку данная технология обеспечивает получение кондиционного медного концентрата и высокое извлечение золота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие для вузов. В 2 кн. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005.
2. Алгебраистова, Н. К. Технология обогащения руд цветных металлов [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н. К. Алгебраистова, А. А. Кондратьева. – Электрон. дан. (5 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
3. Муталова, М. А., & Ибрагимов, И. С. (2023). СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СМЕШАННЫХ МЕДНЫХ РУД. *Европейский журнал междисциплинарных исследований и разработок*, 13, 242-248.
4. Муталова, М. А., & Ибрагимов, И. С. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ. *Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali*, ISSN, 2181-3469.
5. И. С. Ибрагимов. (2024). Выбор Оптимального Типа И Расхода Реагента-Собираателя Для Флотации Руды Кальмакырского Месторождения. *Miasto Przyszłości*, 49, 960–964. Retrieved from <https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/4032>
6. Х.Г. Давлатбаев. Повышение эффективности обогащения тонковкрапленных медно-молебденовых руд на основе совершенствования схем и режимов флотации промпродуктов. Автореферат. Москва 2006.
7. Зоригтын Ганбаатар. Разработка оптимальных параметров процессов дробления и измельчения медно-молебденовых руд переменного состава. Автореферат. УДК 622.765. Москва 2003.