



**ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД И  
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ**

*Муталова М.А.-доцент кафедры «Горное дело» Алмалыкского  
государственного  
технического института»*

*Абдатова З.Т.-студентка гр.3d-24 ОПИ Алмалыкского  
государственного технического  
института»*

**АННОТАЦИЯ:** *Задача повышения степени извлечения ценных компонентов из медно-молибденовых руд в концентрат с использованием новых реагентов из местного сырья является весьма актуальной*

*На сегодняшний день во всем мире высокая интенсификация производства и накапливание техногенных отходов ставит вопрос об их утилизации во всех горнодобывающих странах. Во-первых, они складываются в хвостохранилищах, занимающих огромные площади, и во-вторых, наносят огромный вред окружающей среде. В то же время техногенные отходы представляют собой ценные продукты, содержащие значительное количество благородных, цветных и редких металлов, и не требующие добычи, транспортировки и дробления, что тем самым значительно удешевляет их переработку.*

*В республике дополнительная переработка вторичных минеральных ресурсов, их использование в производстве и внедрение более современных высокоэффективных технологий позволит более полно использовать истощающиеся природные запасы и будет способствовать дополнительному сбережению ресурсов и энергии и улучшению экологической ситуации. В стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи по «повышению промышленности на качественно новый*



уровень, глубокой переработки местных источников сырья, ускорению производства готовой продукции и освоению технологий...»<sup>1</sup>.

**Ключевые слова:** ошламование, вторичные минералы, окисленные, сульфидные, вкрапленность, извлечение, коллективный концентрат, циркуляция, сульфгидрильные собиратели, высокомолекулярные флокулянты, гидрофобизатор, метилизобутилкарбинол, аполярные собиратели.

Медно-порфиновые вкрапленные руды содержат в себе до 3-4% сульфидов. По количеству окисленной меди они подразделяются на сульфидные (до 10-15%), смешанные (от 10-15 до 50-75%) и окисленные (более 50-75%).

Основным методом обогащения медно-молибденовых руд является флотация с получением коллективного медно-молибденового концентрата с последующим его разделением на медный и молибденовый концентраты [1; с. 385-393; 5; с. 125-127; 6;].

При обогащении медно-молибденовых руд получают медные, молибденовые, а иногда пиритные концентраты. Если в руде содержится значительное количество свободного золота, то для его улавливания применяется гравитационное обогащение, концентрат которого поступает на золото доводочную секцию. Медно-молибденовый коллективный концентрат обычно содержит 10-30 % меди и 0,1-1% молибдена [1; с.399-400; 72;]

Медно-молибденовые порфиновые руды характеризуются относительно крупной вкрапленностью сульфидов с минералами пустой породы, тесным взаимным проращением. В связи с этим на большинстве фабрик перед основной флотацией руда измельчается до 40-60% класса - 0,074+0 мм. На некоторых фабриках («Сиеррите», «Пинта-Велли», «Айленд-Коппер») при тонко вкрапленности минералов и при отсутствии в руде таких вторичных минералов меди, как ковеллин, способных к переизмельчению и

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 гг.»



ошламованию, руда измельчается до 70-75% класса -0,074+0 мм.

Технологическая схема переработки медно-порфировых руд включает трехстадиальное дробление без предварительного грохочения в I и II стадиях, двухстадиальное измельчение в стержневых и шаровых мельницах, классификацию и флотационное обогащение с доизмельчением продуктов [5; 338-342].

В связи с тем, что медно-молибденовые порфировые руды характеризуются относительно крупной вкрапленностью основной массы сульфидных минералов и тесным взаимным прорастанием частиц сульфидов между собой, практически на всех перерабатывающих медно-молибденовые руды обогатительных фабриках используется схема коллективной флотации сульфидов с последующим их разделением [1; с. 385; 73; с. 6-13; 79;].

Отличительными особенностями технологической схемы переработки сульфидов с последующим их разделением являются степень измельчения, связанная с характером вкрапленности минералов и содержанием вторичных минералов, склонных к шламообразованию, стадийность схемы обогащения и применяемые циклы доизмельчения черновых концентратов и промпродуктов [1; с. 385-400; 10; с. 164-179]. Выбор технологических схем флотации медно-молибденовых руд зависит главным образом от природы слагающих сульфидных минералов, их количества, фазового состава и склонности к шламообразованию.

Применяют следующие схемы флотации для получения коллективного концентрата:

- флотация с выделением коллективного медно-молибденового концентрата и отвальных хвостов при грубом измельчении руды. Черновой коллективный концентрат после классификации и доизмельчения песков классификатора подвергается перечистке. Основная флотация проводится в открытом цикле. Эта схема является наиболее экономичной и приемлема при крупном измельчении руды (45-55% класса -0,074 мм), достаточном для



высокого извлечения в концентрат свободных рудных минералов, их сростков между собой и с породой.

- для переработки руд с высоким содержанием шламующихся минералов приемлемы схемы, предусматривающие контрольную флотацию хвостов основной коллективной флотации с перечисткой концентрата, получаемого в контрольной флотации (с предварительным доизмельчением этого концентрата или без него) или схемы с отдельной флотацией песков и шламов.

- для предотвращения повышенной циркуляции пирита, затрудняющего флотацию сульфидов меди и молибдена, предпочтительнее схемы с перефлотацией промпродуктов в отдельном цикле и выводом пиритсодержащих хвостов в отвал или с выделением пирита, нежели схемы с возвратом промпродуктов в начало основной флотации без выделения пиритных продуктов.

Коллективный цикл флотации сульфидных медно-молибденовых руд в основном проводится с применением сульфгидрильных собирателей для сульфидных минералов: ксантогенатов, диксантогенидов, дитиофосфатов, дитиокарбаматов, обеспечивающих эффективное извлечение меди и молибдена в коллективный концентрат [6; с. 164-175; 12; с. 229-236;]. На некоторых фабриках для повышения извлечения природного гидрофобного минерала молибденита, и особенно при легкооскрываемости поверхности минерала (в сростках с кварцем) в циклах измельчения подают небольшое количество аполярного реагента (например, веретенное масло и керосин). [6; с. 171-172]. Это уменьшает десорбирующее действие гидроксильных, сульфидных и других ионов на собиратель, окисляемость частичек молибденита и их влияние на флотацию минерала.

В практике, как правило, используют не менее двух собирателей (сочетание сульфгидрильного собирателя с аполярным маслом, этилового ксантогената с амиловым и др.) [5; с. 161; 82; с. 43-44;].



Зачастую, при флотации применяют сочетание нескольких собирателей при комбинации сильного со слабым. В качестве сильного собирателя используют ксантогенаты, в качестве слабого собирателя - аэрофлоты и реагент Z-200 .

При коллективной медно-молибденовой флотации также известно применение содового аэрофлота или этилового ксантогената в сочетании с рядом таких реагентов, как диксантогенид, «Минерек», тиоангидриды ксантогеновых кислот (например, СЦМ-2), тиоэферы ксантогеновых кислот (например, реагент S-3302) или диалкилтионокарбаматы (например, реагент Z-200). Такие сочетания позволяют увеличить извлечение молибдена в коллективный концентрат и обеспечить его более эффективное последующее разделение на медный и молибденовый концентраты.

Селективная флокуляция тонких частиц путем последовательной обработки пульпы собирателем - гидрофобизатором (бутиловый ксантогенат, аполярное масло - керосин, трансформаторное масло) и высокомолекулярным флокулянтom (полиакриламид) повышает извлечение металлов в коллективный концентрат. Расход полиакриламида составляет 5 г/т. Присутствие полиакриламида в пульпе коллективного концентрата не оказывает влияния на селективную флотацию меди и молибдена [9; с. 161]

В качестве пенообразователей широкое распространение приобрели спиртовые реагенты, такие как сосновое масло, метилизобутилкарбинол, Т-92, ОПСБ, Дауфрос 250 и их сочетания с общим расходом от 15 до 40 г/т. Это обусловлено тем, что присутствие аполярных собирателей не оказывает значительного влияния на их пенообразующее действие [1; с. 379-380].

В качестве подавителей пустой породы рационально применение жидкого стекла, гексаметафосфата натрия и др. На Алмалыкской фабрике на потоке пульпы цикла двухстадиального измельчения применение гидрофосфата (25-30 г/т) повысило извлечение меди на 1,4%, молибдена – на 4,8%, золота – на 2,5%, серебра – на 2,6%. Также использование



гексаметафосфата в роли активатора позволяет повысить извлечение меди, молибдена, золота и серебра [1; с. 162-168; 18; с. 156-215].

Для руд, характеризующихся наличием окисленных минералов меди, в качестве сульфидизатора на медно-молибденовых фабриках применяют сернистый или гидросернистый натрий с расходом 50-200 г/т.

Коллективную медно-молибденовую флотацию и доводку коллективных медно-молибденовых концентратов проводят чаще всего в щелочной среде, которая создается при подаче извести и поддерживается в диапазоне значений рН 8,5-11,2, поскольку при более высоких его значениях происходит депрессия флотации молибденита. Для разделения сульфидов меди от пирита применяют известь, осуществляя процесс флотации при рН около 12. Если кроме медных сульфидов необходимо сфлотировать молибденит, для депрессии пирита используют щелочность при рН не более 11-11,6 и в этом случае иногда применяют известь с небольшим количеством цианида.

Важнейшими задачами при получении и доводке медно-молибденовых концентратов являются обеспечение эффективной депрессии флотации сульфидов железа и доизвлечение в концентрат всегда присутствующих в сульфидных рудах окислов и окисленных с поверхности сульфидов меди. Для этого необходима оптимизация расходов извести, как депрессора сульфидов железа, и сернистого натрия, как сульфидизатора медных минералов.

При переработке бедных медно-молибденовые руды, содержащих большое количество пирита, сначала флотируются «головки» без добавления сульфгидрильного собирателя с получением черного коллективного концентрата, содержащего медь, молибден и пирит. Дофлотация сульфидов меди и молибдена осуществляется ксантогенатом и перечисткой черного коллективного концентрата в известковой среде при аэрации с получением кондиционного концентрата [5; с. 161; 87; с. 724-730].



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: учебное пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. - 575 с.
2. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов: В 2 т. - Т. 2. Технологии обогащения полезных ископаемых. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. - 310 с.
3. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения / А. А. Абрамов – М: МГГУ : Горная книга, 2008.– 710 с.
4. Глембоцкий В. А., Классен В. И. Флотационные методы обогащения. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1981. 304 с.
5. Егоров В.Л. Обогащение полезных ископаемых. Учебник для техникумов. – М.: Недра, 1986, 421 с.
6. Полькин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных металлов. Учебник для вузов. М., Недра, 1983, 400 с.
7. Абрамов А.А. Собрание сочинений: Т. 8: Флотация. Сульфидные минералы: Учебное пособие. Т. 8. — М.: Издательство «Горная книга», 2013. - 704 с.
8. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Учебник для вузов. М.: Недра, 1984, 383 с.
9. Шубов Л.Я., Иванков С.И., Щеглова Н.К. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья: Справочник: В 2 кн./ М.: Недра, 1990 Кн. 2 263.