



ФЛОТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ МЕДЛЕННОГО ОХЛАЖДЕННОГО ШЛАКА МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

¹Шакаров Т.И., ²Акбаров М.А., ²Бекбутаева Н.Н., ²Рустамов Ш.Ш.

¹Алмалыкский филиал НИТУ "МИСиС"

²АО "Алмалыкский ГМК"

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7234667>

ARTICLE INFO

Received: 03rd October 2022

Accepted: 10th October 2022

Online: 19th October 2022

KEY WORDS

шлак, медленное охлаждение,
сульфидные минералы,
техногенные отходы,
минерал, быстрое
охлаждение, извлечение,
естественное охлаждение.

ABSTRACT

В данной статье была рассмотрена подготовка отвальных шлаков медного производства к обогащению флотационным методом. Отвальные шлаки естественного и медленного охлаждения отличаются высокой абразивностью и твердостью, которые препятствуют вскрытию сульфидных минералов. Это влияет на извлечение ценных компонентов из шлаков при их переработки.

Во всем мире стала очевидной исчерпаемость рудной базы цветных металлов, в том числе меди. Открытия новых месторождений практически не происходит. Снижение разведанных рудных запасов при росте объемов современного потребления меди, в перспективе, создают угрозу существования предприятий медной подотрасли. Острота и насущность этой проблемы заставляет изыскивать наиболее доступные источники медного сырья, альтернативные руде.

Накопленные объемы медьсодержащих техногенных минеральных ресурсов практически соответствуют объемам полезных ископаемых, поставленных на баланс месторождений. Особенности горно-металлургических производств являются отходы, содержащие ценные компоненты минерального сырья, позволяющие отнести их к техногенным месторождениям как объектам

комплексного использования сырья; для их повторной переработки не требуются затраты, связанные с добычей руды и рудоподготовкой [1].

В зависимости от характера последующей переработки шлаков применяют различные методы их подготовки, при которой они приобретают дополнительные свойства, благоприятствующие этой переработке. Практика доизвлечения меди из медных шлаков методом пенной флотации начата с середины 30 годов 20 века. До сегодняшнего дня этот вопрос остается актуальным и затрагивается в многочисленных работах зарубежных и российских ученых [2]. Но флотацию обычно рассматривают как процесс обеднения шлака в сравнении с другими методами в условиях обогатительных фабрик, входящих в металлургический комплекс [3].



Вопросам флотации медных шлаков на действующих обогатительных фабриках горно-металлургического комплекса уделено недостаточно внимания, технологические особенности такого передела недостаточно изучены, хотя в условиях систематической недозагруженности обогатительных фабрик, перерабатывающих медные руды, переработка медного шлака с получением концентрата, сопоставимого по качеству с рудным концентратом или рентабельного медьсодержащего продукта, решила бы часть экономических, экологических, социальных задач страны.

Для флотации шлаков в настоящее время на основании исследовательских работ [4,5] необходимо получить хорошо раскристаллизованный шлак с крупными включениями сульфидов, которые являются легкофлотируемыми. Это достигается применением медленного охлаждения шлака. Для складирования шлака в отвалах используют его неорганизованное естественное охлаждение.

Медленное охлаждение шлаков обычно осуществляется в ямах, траншеях или иных емкостях. Слой шлака составляет до 1 м и более. После заливки шлака его засыпают теплоизолирующим слоем дробленого шлака. Продолжительность охлаждения составляет несколько суток. После охлаждения шлак извлекается из емкости, и он поступает на подготовительные процессы, предшествующие флотации.

На сегодняшний день в отвалах медеплавильного завода АО "Алмалыкский ГМК" накоплено 8 033 тыс. тонн отвальных шлаков. Из ежегодно образующегося объема

отвальных шлаков 93 % перерабатывается методом флотации на МОФ-2, остальное направляется в отвал МПЗ. Среднее извлечение меди от переработки отвальных шлаков методом флотации на МОФ-2 составляет 60 %, сквозное извлечение меди из концентрата до готовой продукции находится в интервале 93,8 -94,0 %.

Основными минералами отвальных шлаков, по данным авторов [4], являются фаялит и магнетит. Магнетит находится в виде дендритов и октаэдров, размеры которых доходят до 250-280 мкм. Чаще всего магнетит находится в форме выделений в кристаллах, ассоциированных с фаялитом и сульфидами меди в размерах от 10-100 мкм. Фаялит представляет собой призматические кристаллы, иногда зёрна, размером 25-50x100-160мкм (до 30-50%) силикатной фазы, насыщенной магнетитом (~30%). Кристаллы магнетита размером 25-65 мкм имеют, в основном, форму октаэдров. Кроме того, в отвальном шлаке в значительных количествах присутствуют мелкие капли задержанного штейна и вторичные сульфидные включения. Последние образуются в результате выделения растворенных сульфидов из шлака при его кристаллизации. Во время расплавления шихты и штейношлакообразования состав сульфидной фазы (т.е. когда нерасплавленные сульфидные частицы шихты омывают шлаковую фазу) меняется от пирротинхалькопиритного и халькопирит-борнитового до халькозин-борнитового и халькозинового.



По стандартной методике определения относительной измельчаемость исходных текущих и медленно охлажденных шлаков. Шлаки измельчали в лабораторной шаровой мельнице периодического действия МШЛ-7 (40МЛ). Выполнен их полный ситовой анализ с предварительной отмывкой тонких классов крупности (-0,071 мм). Согласно методики определили время, необходимое для получения измельченных продуктов заданной крупности (75 % кл. -0,071 мм). Необходимое для достижения тонины помола 75 % класса -0,071 мм составило для текущих отвальных шлаков 50 min, для медленно охлажденных шлаков 33 мин.

Были проведены лабораторные опыты в замкнутом цикле для сравнительных показателей обогащения текущих и медленно охлажденных шлаков по действующей схеме и реагентному режиму, принятыми на МОФ-2 при переработке шлаков. Схема включает в себя измельчение, основную и контрольную флотации с двумя перечистками основного концентрата. Концентрат второй перечистки - готовый медный концентрат. А также на медленно охлажденных шлаках проверили схему с выводом медной головки в готовый концентрат. Схема включала в себя измельчение, первую основную флотацию (медная головка), вторую основную флотацию с двумя перечистками пенного продукта.

На основании проведенных исследований было установлено, что при флотации медленно охлажденных шлаков извлечение меди, золота, серебра в концентрат составило соответственно, %: 81,5; 75,8; 74,8, что выше в сравнении с текущими отвальными шлаками: меди – на 21,9 %, золота – на 6 %, серебра – на 3 %. Содержание меди в отвальных хвостах снизилось практически в два раза.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что измельчаемость шлака определяется величиной термических напряжений и возрастает с увеличением скорости охлаждения отвального шлака медного производства после завершения его кристаллизации, способствующей эффективности флотации и снижению затрат на энергоресурсы и мелющие тела на 30 %, а также при измельчении двухстадийно охлажденных шлаков сульфидные взвеси меди вскрываются при помоле -0,074 мм, для вскрытия минералов необязательно проводить измельчение до -0,044 мм. При этом извлечение меди в концентрат после флотации составляет 75-80 %, что свидетельствует об увеличении меди в концентрате и экономии расхода мелющих тел и энергоресурсов.

Технология медленного охлаждения отвального шлака меняет свою структуру кристаллизации, становится более хрупким, что делает его легко измельчаемым и легко флотиремым.

References:

1. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. – М. : Металлургия, 1969. – 406 с.
2. Чантурия В.А., Вайсберг Л.А, Козлов А.П. Приоритетные направления исследований в области переработки минерального сырья [Текст] // Обогащения



3. руд, 2014. – №2. – С.3–8.
4. Мазурчук Э.Н. Переработка богатых шлаков автогенных процессов за рубежом/под редакцией Т.Ю.Хмелевой /М.: ЦНИИцветмет экономики и информации. 1979. – 68 с
5. Сабанова М.Н. Интенсификация процесса флотации медного шлака в условиях водооборота. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., -М., 2016.
6. Аскарова Н.М. Совершенствование технологии переработки отвальных шлаков медного производства : дис. ... д-ра филос. техн. наук (PhD). – Навои, 2020. – 120 с.
7. Qosimov M.O., Shakarov T.I., Toshtemirov U.T. Reduction and Prevention of environmental Hazards in Underground Construction. ACADEMICIA An International Multidisciplinary Research Journal Published by South Asian Academic Research Journals A Publication of CDL College of Education, Jagadhri (Affiliated to Kurukshetra University, Kurukshetra, India) ISSN: 2249-7137 Vol. 11, Issue 1, January 2021 Impact Factor: SJIF 2021 = 7.492 . Pp 976-984
8. Toshtemirov U.T., Raimkulova S. M., Mahkamova Kh.S. Analysis of methods for calculating the rational parameters of drilling-blasting operations in the transition of mining solder. ACADEMICIA An International Multidisciplinary Research Journal Published by South Asian Academic Research Journals A Publication of CDL College of Education, Jagadhri (Affiliated to Kurukshetra University, Kurukshetra, India) ISSN: 2249-7137 Vol. 10, Issue 11, November 2020 Impact Factor: SJIF 2020= 7.13. 311.10.5958/2249-7137.2020.01480.9
9. M.K Shamayev, U.T Toshtemirov, Sh.M Alimov, T.E Melnikova, D.Kh Berdiyeva, N.A Ismatullayev / [Determination of the Installation Density of Anchors in the Walls of a Working with a Quadrangular Cross Section](#)/ Child Studies in Asia-Pacific Context (CSAC) ISSN: 2288-601X 2022, 12 (1); 362-367 <http://e-csac.org>
10. Акбаров Т. Г.Тоштемиров У.Т. Анализ технологии проведения горных выработок на горнодобывающих предприятиях Республики Узбекистан. “Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр”, XIV Международная научная конференция, Москва, 2016, С.89-91