

вие взрыва заряда ВВ в конкретной горной породе и позволит производить сравнительную оценку влияния различных типов ВВ на дробление горных пород.

Литература

1. Парфенов А.Г. Колебания и волны: учебник для студентов вузов. – Томск, 2000. – <http://koi.tspu.ru/wales>.
2. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. – М.: Высшая школа, 1979. – т. 3. – 511 с.
3. Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 1999. – 256 с.
4. Паршаков Ю.П. Влияние свойств массива и параметров взрывного импульса на дробящее и сейсмическое действие взрыва // Взрыв. дело. – М., 1984. – № 89/43. – С. 15–21.

УДК 622.7.016:622.343/344

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕДНО-ЦИНКОВО-КОЛЧЕДАННЫХ РУД ЗАПАДНО-ОЗЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

¹ Ягудина Ю.Р., ² Емельяненко Е.А.

¹ ОАО "Учалинский горно-обогатительный комбинат" (г. Учалы), Россия

² ФГБОУ ВПО "Магнитогорский государственный технический университет"

Приведены данные об особенностях минералогического и вещественного состава медно-цинково-колчеданных руд Западно-Озерного месторождения, результаты химического и фазового анализа. Даны результаты лабораторных испытаний по флотации руд Западно-Озерного месторождения, содержащих сурьму и мышьяк.

Несколько десятилетий назад технология обогащения твердых полезных ископаемых состояла в основном из последовательно включенных в технологическую цепочку различных рудоподготовительных и обогатительных процессов с получением в последней стадии товарных концентратов или других продуктов. В последнее время в связи с постоянно ухудшающимся вещественным составом минерального сырья, увеличением доли руд с неравномерной тонкодисперсной структурой в добываемых и перерабатываемых рудах, снижением содержания ценных компонентов полезных ископаемых получение качественных концентратов при удовлетворительном извлечении становится проблематичным. Для получения кондиционных продуктов обогащения требуется дополнительная гидрометаллургическая или пирометаллургическая доводка. Таковыми, в частности, являются медно-цинково-колчеданные руды месторождения Западно-Озерное, расположенного на крайнем западе Учалинско-Узельгинского рудного узла, на северо-западном фланге Узельгинского рудного поля,

переработка которых будет осуществляться на Учалинской обогатительной фабрике (УОФ) с 2014 года. Предварительные испытания этих руд с повышенным содержанием сурьмы и мышьяка на обогатимость выявили ряд вопросов, которые требуют более основательного изучения их вещественного состава и технологических свойств.

Цель исследовательской работы - изучение вещественного состава и технологических свойств руды и методов ее переработки.

Минералогическими исследованиями при разведке месторождения [1] установлено, что главнейшими рудообразующими минералами руд Западно-Озерного месторождения являются пирит, сфалерит, блеклая руда, халькопирит. Второстепенное значение имеют минералы, относящиеся к мышьяковым сульфосолям меди, марказит и арсенопирит. Редко встречаются галенит, магнетит, пирротин, клаусталит. В руде широко распространены вторичные минералы: борнит, халькозин, ковеллин и изредка оксиды железа.

В незначительных количествах диагностированы самородное золото, серебро, гематит. Нерудные минералы представлены кварцем, хлоритом, серицитом, кальцитом, баритом, плагиоклазом, пренитом, рутилом, лейкоксеном и амфиболом.

Пирит встречается в виде: массивных тонко-, мелко и среднезернистых агрегатов; перекристаллизованных индивидов с кристаллографическими очертаниями; кристаллов; мелких новообразованных кристаллов; пористых, выщелоченных образований. В обломках массивного мелкозернистого пирита иногда просматриваются реликты первичного колломорфно-зонального, радиально-лучистого или глобулярного строения.

Сфалерит распространен неравномерно: его количество в руде варьирует от первых до 60-80 об. %. Встречается в виде включений в пирите; в сростаниях с блеклой рудой и халькопиритом заполняет трещины катаклаза, цементирует и замещает пирит. Сфалерит содержит редкие выделения блеклой руды, халькопирита, галенита, магнетита, арсенопирита, многочисленные мелкие кристаллы новообразованного пирита и мелкие кристаллы арсенопирита. Если с халькопиритом и блеклой рудой сфалерит образует близодновременные сростания, то энаргит его окаймляет, пересекает прожилками. Встречаются две разновидности сфалерита: 1) сфалерит с неравномерной, часто едва заметной, эмульсиевидной вкрапленностью халькопирита и 2) сфалерит без эмульсиевидной вкрапленности халькопирита и с прозрачными внутренними рефлексамии.

Блеклая руда встречается в виде включений в пирите, заполняет трещины катаклаза, пересекающие пирит, слагает пирит, прожилки и прожилковидные скопления, цементирует пирит, изредка замещает его. В ней часто фиксируются мелкие кристаллы новообразованного пирита и скоп-

ления мелких кристаллов арсенопирита. В сростании с блеклой рудой отмечаются сфалерит, халькопирит и энаргит. Блеклая руда в основном представлена теннантитом, реже встречается тетраэдрит и теннантит-тетраэдрит.

Халькопирит распространен неравномерно. Встречается в основном в виде эмульсиевидной вкрапленности в сфалерите, иногда в виде прожилков и гнезд в пирите, а также в виде многочисленных обломков пирит-халькопиритового, пирит-сфалерит-халькопиритового состава.

Энаргит является более поздним минералом по отношению к халькопириту. Часто располагается на контакте с халькопиритом, изредка пересекает его или наблюдается в виде скоплений в нем. Халькопирит замещается энаргитом, вторичным халькозином и ковеллином. Энаргит встречается постоянно в виде мелких выделений, гнездообразных или прожилковидных скоплений в слюдисто-кварцевом цементе брекчии. Трещины катаклаза в пирите, заполненные блеклой рудой, пересекаются энаргитовым прожилками. Энаргит оконтуривает выделения сфалерита, находящегося в гнездах слюдисто-кварцевого состава. Наблюдается в виде прожилков и прожилковидных скоплений в блеклой руде и сфалерите.

Марказит чаще всего встречается среди пирита с реликтами первичного колломорфно-зонального или радиально-лучистого строения, слагая отдельные колломорфные полосы.

Арсенопирит в виде отдельных ромбовидных кристаллов или их скоплений отмечается в блеклой руде и сфалерите. Иногда он нарастает на пирит и на контакте со слюдисто-кварцевым агрегатом подвергается дроблению.

Борнит зафиксирован в руде в сростании с халькопиритом. В нем наблюдается структура распада с халькопиритом.

Исследования вещественного состава и технологических свойств руды проводились на представительной пробе массой 500 кг. Место отбора Западно-Озерный карьер, рудное тело №5, отм. 453-460 м. Проба содержит медный, медно-цинковый колчедан. Структура неравномерно зернистая, текстура массивная, участками брекчиевидная. Основной объем пробы слагает пирит до 93,0 %, халькопирит до 4,0 %, распространены также сфалерит, халькозин, ковеллин, блеклые руды и барит (до 3,0 %). Химическим анализом установлено следующее содержание компонентов в руде: медь – 1,09 %; цинк - 0,99 %, сера - 50,2 %, железо - 42,75 %, мышьяк - 0,74 %, сурьма - 0,032 %, свинец - 0,269 %, кадмий - 0,004 %, кремний - 0,87 %, окись алюминия - 0,64 %. Для данной пробы руды отмечается неблагоприятное соотношение меди и цинка 1:1 при высоком содержании серы и железа. В руде наблюдается высокое содержание мышьяка-0,74 %, селена-299 г/т, ртути-87,0 г/т, теллура-199 г/т.

Фазовый анализ показал, что медь на 40,31 % представлена сульфидами, на 56,08 % вторичными сульфидами, и на 0,86 % сульфатами. Цинк на 89,42 % представлен сульфидным цинком, на 6,82 % сульфатным и на 3,76 % окисленным.

Для определения в руде водорастворимых форм меди, цинка и железа была сделана водная вытяжка, по которой установлена значительная растворимость медных цинковых и железных минералов. Так в водный раствор перешло меди 434 мг/л, цинка - 250 мг/л, железа - 1572 мг/л. Повышенное содержание водорастворимых соединений меди, цинка и железа очень неблагоприятно влияет на процесс флотации, так как ионы меди переходящие в водный раствор активируют цинковые минералы, а большое количество ионов железа снижает флотационную активность медных минералов. рН водной вытяжки составил 3,4, что говорит о значительной окисленности руды.

На этапе исследования технологических свойств руды, выбора технологической схемы обогащения были разработаны и опробованы следующие технологические решения:

- схема переработки, коллективно-селективная (рис.1);
- ситовая характеристика рудного помола - 80-82 % по классу минус 74 мкм;
- применение в лабораторных опытах следующих реагентов : в качестве собирателя-ксантогенат бутиловый, депрессоры-сернистый натрий и цинковый купорос и в качестве вспенивателя применялся СФК (смесь нормальных, циклических спиртов и углеводов). Это реагенты, которые в настоящее время применяются на УОФ;
- введение межцикловой флотации для предотвращения ошламования медных минералов в цикле рудного измельчения;
- ситовая характеристика питания межцикловой флотации - 55,43 % класса менее 74 мкм;
- для доизвлечения минералов меди и цинка из хвостов коллективной флотации использовать предварительную классификация продукта, после которой пески подавать на дальнейшее свертонкое доизмельчение и далее на дофлотацию.

В результате проведенных исследований получены следующие технологические показатели: готовый медный концентрат содержащий 17,35 % меди ,при извлечении 52,0 %, потери цинка с готовым медным концентратом составили 37,0 % и готовый цинковый концентрат содержащий цинка 38,0 %, при извлечении 40,0 %. Потери меди и цинка с коллективными хвостами составили 22,2 % и 13,4 % соответственно.

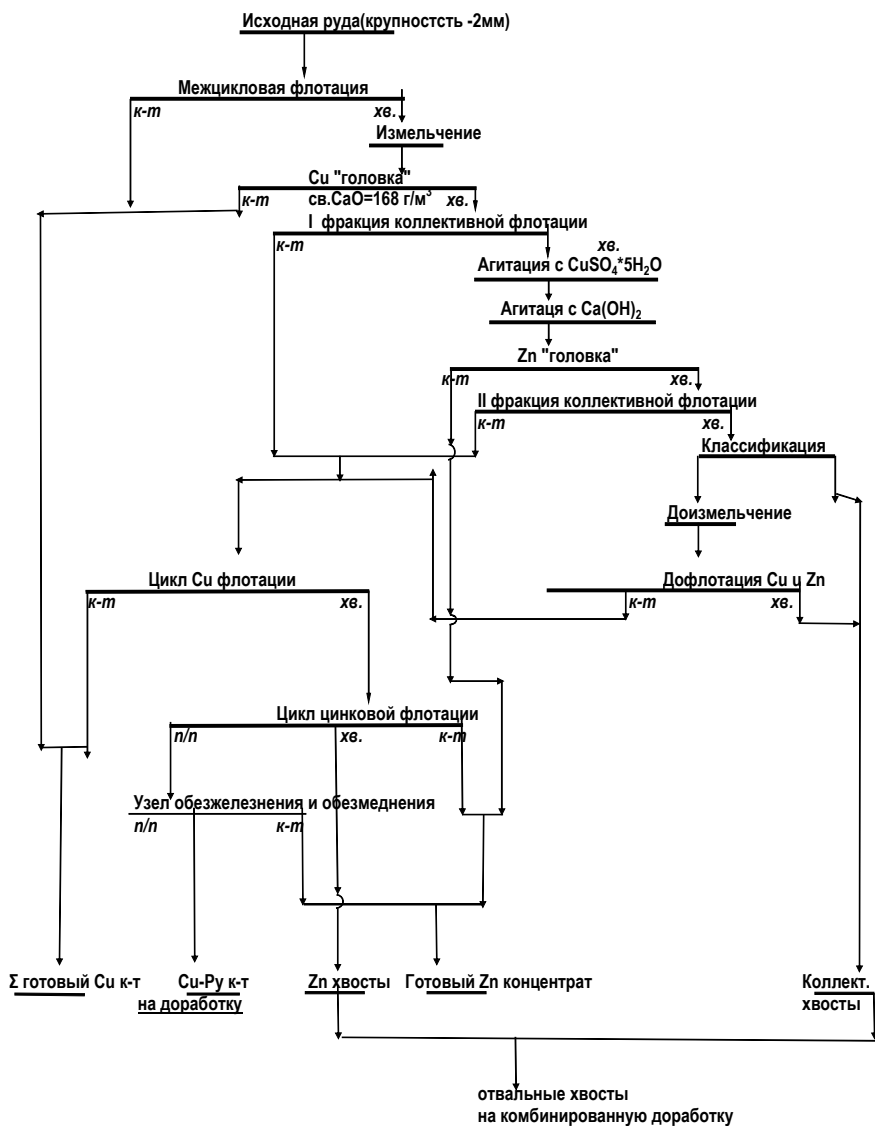


Рис. 1. Коллективно-селективная схема флотации медно-цинково-колчеданных руд месторождения Западно-Озерное

Таким образом, разработанная технологическая схема не дала положительных результатов. Сложный вещественный состав, тонкие взаимоотношения сульфидных минералов и минералов пустой породы, высокое содержание водорастворимых сульфатов меди, цинка и железа, развитие коллоидных разновидностей, склонных к переизмельчению характеризует руду, как труднообогатимую. При флотации сростки сульфидов меди, цинка, железа переходят в хвосты, и раскрытие этих сростков возможно с помощью гидрометаллургического метода. Изучение возможности доводки получаемых медных и цинковых концентратов до кондиции с использованием выщелачивания [2] позволит глубже понять сущность комбинированных технологий как основу комплексного использования полезных ископаемых.

Литература

1. Минеральные ресурсы Учалинского горно-обогатительного комбината/ Серавкин И.Б., Пирожок П.И., Скуратов В.Н. и др. — Уфа.: Башк. кн. изд., 1994г.
2. Рыльникова М.В. и др. Влияние комплексных растворителей на эффективность извлечения меди и цинка при выщелачивании хвостов обогащения медно-колчеданных руд /М.В. Рыльникова, Е.А. Емельяненко, Ю.Р. Ягудина, Е.И. Ангелова // Комбинированная геотехнология: теория и практика реализации полного цикла комплексного освоения недр: материалы VI международной научно-технической конференции г. Магнитогорск, 2011: - Сб. тезисов. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. С.112-114.