УДК 624.131:551.3

Н.М.ТЕЛЯКОВ, *д-р техн. наук, профессор, ptpe_spmi@bk.ru*
С.Н.САЛТЫКОВА, *канд. техн. наук, доцент, ssn_58@mail.ru*
М.ПУРЭВДАШ, *аспирант, moogi@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

N.M.TELYAKOV, *Dr. in eng. sc., professor, ptpe_spmi@bk.ru*
S.N.SALTYKOVA, *PhD in eng. sc., associate professor, ssn_58@mail.ru*
M.PUREVDASH, *post-graduate student, moogi@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО РАСТВОРА НА СУЛЬФИДНЫЕ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫЕ РУДЫ

Изучено воздействие бактериального раствора на сульфидные медно-молибденовые руды. Проведены исследования по измельчению, изменению плотности медно-молибденовой сульфидной руды исходной и после обработки бактериальным раствором.

***Ключевые слова*:** медно-молибденовая руда, бактериальное окисление, бактериальный раствор, измельчение, плотность.

STUDY OF INFLUENCE OF THE BACTERIAL SOLUTION ON COPPER MOLYBDENUM SULPHIDE ORES

It is studied influences of bacterial solution on the copper-molybdenum sulfide ore. The studies on crushing and on changes in density of copper-molybdenum sulfide ore before treatment and after treatment of the bacterial solution.

***Key words*:** copper-molybdenum ore, biooxidation, bacterial solution, crushing, density.

С конца 80-х – начала 90-х гг. XX в. важными направлениями в области переработки труднообогатимых медных руд являются разработка и применение процессов выщелачивания и извлечения меди из растворов методом жидкостной экстракции.

Основными сульфидными минералами, входящими в состав медно-молибденовых руд, являются халькозин, ковеллин, молибденит, пирит и халькопирит. По мере разработки месторождения содержание простых сульфидов меди уменьшается, а содержание халькопирита увеличивается.

Халькозин и ковеллин выщелачиваются серно-кислотным раствором значительно быстрее, чем халькопирит, поэтому со временем устойчивость руды к выщелачиванию возрастает.

Проблема выщелачивания халькопирита является предметом исследования многих ученых. Растворимость медных минералов определяется уровнем энергии их кристаллической решетки, поэтому первичные медные минералы, обладая наиболее высокой энергией кристаллической решетки, относятся к труднорастворимым. В связи с этим для выщелачивания первичных медных минералов, таких как халькопирит, борнит, энергит, используются различные хлориды и требуются высокие температура и давление в автоклавах при их растворении. Данная технология слишком затратна и экологически опасна. Значительные успехи достигнуты в окислении халькопирита в области биогеотехнологий (Ж.Баатархуу, 2006).

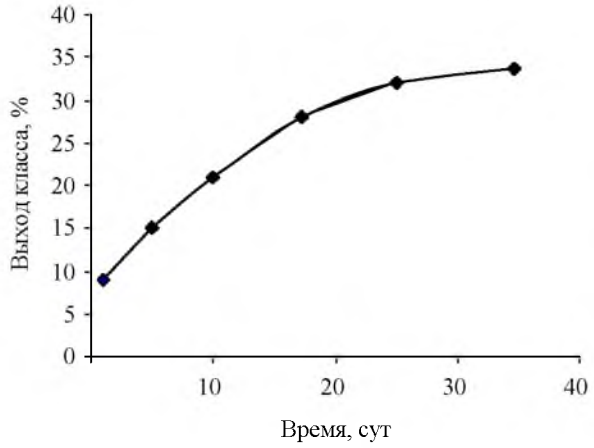


Рис.1. Кинетика измельчения медно-молибденовой сульфидной руды



Рис.2. Результаты измельчения медно-молибденовой руды

В настоящее время биохимическое выщелачивание для извлечения меди и урана из бедных и забалансовых руд и вскрышных пород в промышленных масштабах применяется на предприятиях США, Канады, Франции, Австралии, Японии, Болгарии, некоторых стран Южной Африки [3].

При биоокислении кварцсодержащих материалов силикатные бактерии (Bacillus mucilagenosus) разрушают кристаллическую решетку минерала, обеспечивая реагентам доступ к вкраплениям минерала. Деградация силикатных минералов происходит благодаря образованию комплексов или хелатов при взаимодействии органических соединений микробного синтеза с катионами, входящими в состав минералов:

$$(\text{минерал})\, M^+ + H^+ L^- = H^+\,(\text{минерал})^- + LM;$$

$$H^+ L^- + LM = L_2M + H^+,$$

где L – органические лиганды.

Большинство исследователей считают, что процесс бактериального разрушения силикатов происходит под воздействием активных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов – энзимов (ферментов), органических и неорганических кислот, а также формирующихся при этом кислых или щелочных растворов [2].

Целью исследовательской работы является изучение влияния бактериальных культур (силикатных бактерий) на труднообогатимые сульфидные руды.

Для исследования из рудника открытых работ месторождения «Эрдэнэтийн Овоо» взяты сульфидные руды. Среднее содержание меди в рудах составляет 0,55 %. Содержание меди в окисленной руде составляет 2,53 %, вторичных сульфидов – 40,4 %, первичных сульфидов – 54,5 %. Медь в основном представлена халькопиритом.

В эксперименте использовались бактериальные культуры (силикатные бактерии, Bacillus mucilagenosus). Оптимальной для развития культуры силикатных бактерий является температура питательной среды 28-32 °С и pH = 5÷8. Для поддержания жизнедеятельности бактерий необходим углерод, источником которого являлась сахароза, входящая в состав питательной среды (2,5 г/л). Постоянная аэрация осуществлялась в питательной среде А27 [1]. Исследуемые руды помещали в питательную среду в течение 60 дней.

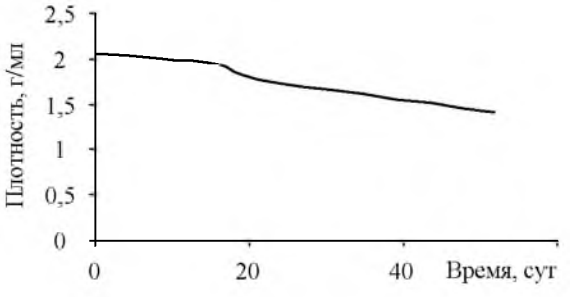


Рис.3. Зависимость бактериального раствора от плотности медно-молибденовой сульфидной руды

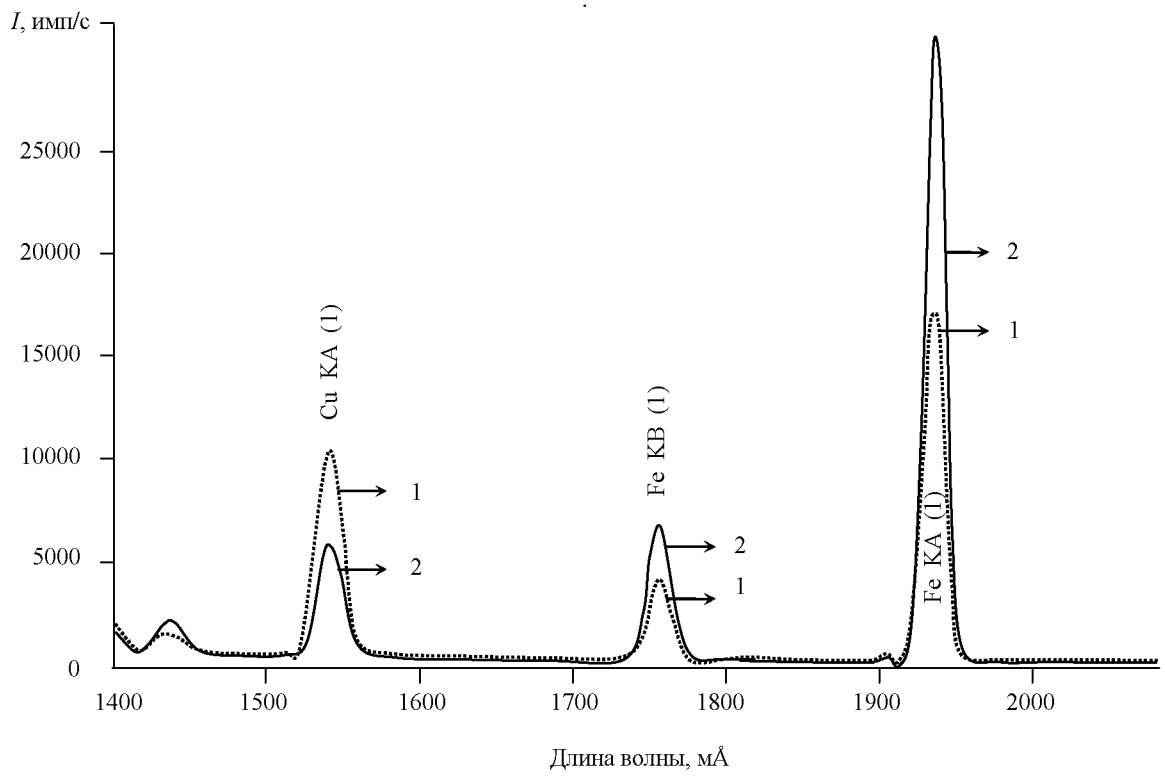


Рис.4. Спектры меди и железа сульфидной медно-молибденовой руды при выщелачивании по H_2SO_4 (6 %)
1 – спектр исходной руды (твердая фаза); 2 – спектр руды после обработки бактериям (твердая фаза)

По завершении эксперимента были проведены исследования по измельчению медно-молибденовой сульфидной руды с содержанием SiO_2 около 65 %, предварительно обработанной бактериальным раствором (рис.1).

Обработка руды бактериальным раствором осуществлялась от 2 до 36 сут. Для каждой пробы обработанной руды время измельчения 5 с. Как видно из рисунка, наибольший выход фракции после 35-суточного воздействия бактериальным раствором составлял менее 0,5 мм.

На рис.2 приведены результаты исследования по измельчению сульфидной медно-молибденовой руды исходной и после обработки бактериальным раствором. Время измельчения материала 5 с, обработка бактериальным раствором 60 дней. Общая масса исходной и обработанной пробы 30 г.

Как видно из рисунка, количество фракции менее 0,5 мм после обработки материала увеличилось в 2 раза.

В ходе исследования была определена истинная плотность для сульфидной медно-молибденовой руды после обработки бактериальным раствором, которая определялась по стандартной методике (рис.3).

Как видно из представленного графика, уменьшение плотности руды происходит на всем интервале воздействия бактериальным раствором. После обработки бактериальным раствором сульфидные руды подвергли выщелачиванию серно-кислотным раствором.

Обработанный материал находился в выщелачиваемом растворе в течение двух недель. По окончании выщелачивания спектры меди и железа снимали на спектроскане и сравнивали с исходной рудой.

Таким образом, проведенные нами экспериментальные исследования показали возможность перехода меди из твердой фазы в жидкую (рис.4).

Как видно из представленных спектров, содержание меди в твердой фазе после обработки уменьшается примерно в 2 раза.

Выводы

1. В медно-молибденовой руде после обработки ее бактериальным раствором истинная плотность уменьшается от 2,05 до 1,41.

2. Скорость измельчения исследуемой руды, обработанной бактериальным раствором, увеличивается в 2 раза.

3. Проведенный эксперимент показал возможность перехода меди из халькопирита в раствор.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров В.Г.* К вопросу об энергетическом источнике жизнедеятельности силикатных бактерий // Материалы научной конференции по агрономии. Одесса, 1970.

2. *Александров В.Г* Силикатные бактерии. М.: Сельхозгиз, 1953.

3. *Таужнянская З.А.* Новое в технологии бактериального выщелачивания за рубежом. М., 1977.

REFERENCES

1. *Aleksandrov B.G.* To a question about the energy source of life of silicate bacteria // Material of the conference on agronomy. Odessa, 1970.

2. *Aleksandrov B.G.* Silicate bacteria. Moscow: Selhozgiz, 1953.

3. *Taujnyanskaya Z.A.* New in the bacterial leaching technology abroad. Moscow, 1977.