

THE DEPENDENCE OF THE VALUE OF pH PARAMETERS AT BACTERIAL LEAKING OF SULFIDE ORES
Saidakhmedov A.A.¹, Aripov A.R.², Vokhidov B.R.³, Turobov Sh.N.⁴, Majidova I.I.⁵, Tozhiev F.R.⁶ (Republic of Uzbekistan)
Email: Saidakhmedov57@scientifictext.ru

Saidakhmedov Aktam Abdisamievich - Senior Lecturer;
Aripov Avaz Rozikovich - Senior Lecturer;
Vokhidov Bahriddin Rakhmiddinovich - Senior Lecturer;
Turobov Shakhriddin Nasritdinovich – Assistant;
Mazhodova Iroda Ibrohimovna – Student;
Tozhiev Farhod Rakhmonkul Ugli - Student,
DEPARTMENT OF METALLURGY, CHEMICAL AND METALLURGICAL FACULTY,
NAVOI STATE MINING INSTITUTE,
NAVOI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *this work is devoted to finding the optimal pH level, when carrying out the process of bacterial leaching for each type of sulfide mineral, the optimal parameters of the pH value according to the nature of the deposit and the chemical composition of minerals in order to improve the oxidative properties of microorganisms used in this process, as well as increasing their activity and growth rate, for further exploration of the processing technology of difficult-to-process ores using the example of the Kokpatas deposit.*
Keywords: *sulphidic ores, flotation concentrate, value pH, lixiviating, bacterial oxidation.*

ЗАВИСИМОСТИ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ pH ПРИ БАКТЕРИАЛЬНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ СУЛЬФИДНЫХ РУД
Саидахмедов А.А.¹, Арипов А.Р.², Вохидов Б.Р.³, Туробов Ш.Н.⁴, Мажидова И.И.⁵, Тожиев Ф.Р.⁶ (Республика Узбекистан)

Саидахмедов Актам Абдисамиевич – старший преподаватель;
Арипов Аваз Розикович - старший преподаватель;
Вохидов Бахриддин Рахмиддинович - старший преподаватель;
Туробов Шахриддин Насритдинович – ассистент;
Мажидова Ирода Иброхимовна – студент;
Тожиев Фарход Рахмонкул угли – студент,
кафедра металлургии, химико-металлургический факультет,
Навоийский государственный горный институт,
г. Навои, Республика Узбекистан

Аннотация: *данная работа посвящена изысканию оптимального значения уровня pH, при проведении процесса бактериального выщелачивания для каждого вида сульфидного минерала оптимальные параметры значения pH по характеру месторождения и по химическому составу минералов с целью улучшения окислительных свойств микроорганизмов, используемых в данном процессе, а также увеличения их активности и скорости роста, для дальнейшего изыскания технологии переработки трудно перерабатываемых руд на примере месторождения “Кокпатас”.*
Ключевые слова: *сульфидные руды, флотоконцентрат, значение pH, выщелачивание, бактериальное окисление.*

Бактериальное окисление сульфидных минералов – сложный по своей сути процесс, который состоит из совокупности химических и биологических процессов. Эти биологические, химические и электрохимические реакции взаимодействуют и их наиболее удачные взаимодействия лежат в основе успешного бактериального выщелачивания.

При бактериальном окислении реализуется уникальная природная способность хемолитотрофных бактерий использовать для синтеза биомассы сульфидные минералы, серу и закисное железо как энергетический субстрат, а в качестве источника углерода – углекислый газ атмосферы. Они являются живыми возобновляемыми катализаторами процессов окисления в природе и при проведении различных технологических процессов [1].

В процессе развития хемолитотрофных аэробных бактерий, осуществляющих окисление сульфидных руд в производственных условиях, наиболее определяющим параметром является концентрация водородных ионов. Это объясняется тем, что плазматические мембраны клеток бактерий труднопроницаемы для ионов H^+ и OH^- , в силу чего pH внешней среды и внутри клетки не

уравновешиваются, что создает трансмембранный градиент концентрации ионов водорода ($\Delta C_{H^+}^{мембр}$), который вместе с электрическим потенциалом мембраны определяет «протонную движущую силу», управляющую мембранными реакциями.

Известно, что процесс бактериального окисления двухвалентного железа Fe^{2+} пирита сульфидных минералов осуществляется наиболее активно при $pH=1,5\div 3,55$. Для арсенопирита оптимальное значение pH составляет $1,7\div 2,1$, а для халькопирита – $2,2\div 2,5$. Однако эти оптимальные значения pH установлены для отдельно взятых сульфидных минералов без учета необходимости селективного выщелачивания их в сложных сульфидсодержащих продуктах и кинетики их выщелачивания. Кислотность среды оказывает влияние на состояние поверхности минерала и его электродный потенциал, а также на состояние химических соединений, являющихся источниками жизнедеятельности бактерий (железо, мышьяк, сера и т.п.). Эти вещества в зависимости от pH среды как в растворенном виде, так и в твердом состоянии могут оказывать различное действие на активность клеток [2].

Из литературных источников известно, что для каждого вида сульфидного минерала оптимальные параметры значения pH по характеру месторождения и по химическому составу минералов могут варьироваться в широких диапазонах и руководствоваться ими в каждом конкретном случае нельзя. Поэтому необходимо определить оптимальные значения pH при окислении сульфидных руд в зависимости от месторождения перерабатываемой руды [3].

Основываясь на этом, при чановом бактериальном выщелачивании сульфидных руд из месторождения «Кокпатас», проводимом на ГМЗ-3 ГП НГМК, в качестве основного параметра при определении концентрации водородных ионов была взята pH в пределах $1,3\div 1,45$, при которой окислительная активность микроорганизмов E_h наиболее высокая. Окислительные процессы в пульпе флотоконцентратов продолжают в течение 96 часов. За это времени окисляется 96-98% сульфидной серы. При этом необходимо поддерживать pH в указанных параметрах.

При изучении варьирования pH в динамическом режиме в реакторах ВЮХ в первые четыре реактора непрерывно вносили флотоконцентрат и известняковую пульпу для поддержания pH в равновесии. В пятом и шестом реакторах во вторичном окислении флотоконцентрат и известняковая пульпа не вносились.

В лабораторных условиях выявлено, что оптимально низкое значение понижения pH при окислении сульфидных руд из месторождения Кокпатас равно 0,90. Дальнейшее понижение pH начинает угнетающе воздействовать на микроорганизмы с заметным увеличением в растворе содержания ионов Fe^{2+} (закисного железа). В производственных условиях основным индикатором активности микроорганизмов служит окисление и переход Fe^{2+} в Fe^{3+} . Установлено, что при угнетении микроорганизмов окисленное ими Fe^{3+} может обратно превращаться в Fe^{2+} с одновременным понижением окислительно-восстановительного потенциала. В таких случаях повышение pH до оптимальных параметров достигается добавлением в пульпу известнякового раствора в соотношении Т:Ж 1:4. Введение в систему дополнительных компонентов должно оказать влияние на биохимическую активность бактерий. Были проведены опыты по изучению влияния количества, состава, объема и концентрации известняковой и известняковой пульпы на активность микроорганизмов. Оказалось, что известняковая пульпа активизировала окислительные способности микроорганизмов, что обусловлено присутствием карбонатов в известняке, которые используются бактериями для строительства организма. Максимальное значение pH , при котором микроорганизмы угнетаются, составляет $1,68\div 1,70$. Дальнейшее повышение значения pH свыше $1,7\div 1,9$ приводит к увеличению в пульпе содержания Fe^{2+} . При этом самым критическим моментом является резкое увеличение значения pH выше 1,70, так как при этом возможны необратимые процессы в метаболических процессах микроорганизмов и затрудняется приведение в норму окислительных процессов с дальнейшей активизацией микроорганизмов.

При проведении исследований было обнаружено, что при выщелачивании флотоконцентрата сульфидных руд из месторождения «Кокпатас» в статическом режиме, т.е. без добавления флотоконцентрата, через 24 часа происходит снижение pH раствора на 0,05 единиц, а через 36 часов сразу на 0,25 единиц. При этом для поддержания pH на оптимальном уровне стали поднимать pH до значения $1,35\div 1,45$. Максимальная скорость окисления закисного железа приходится на pH $1,35\div 1,40$. Скорость потребления кислорода также в $1,5\div 2$ раза выше.

Во всех случаях бактериального окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} и сульфидных минералов производится оптимизация значения pH с помощью известняковой пульпы.

Установление зависимости скорости роста, активности микроорганизмов и степени окисления двухвалентного железа и сульфидной серы позволили сделать важный практический вывод: при росте биомассы, скоростью которой максимальна в начале процесса, необходимо поддерживать значение pH на оптимальном уровне – $1,35\div 1,45$. При сохранении стабильности значения pH технологического раствора определен также и другой не менее важный параметр – содержание в пульпе Fe^{3+} в конце окислительного процесса. По окончании окислительного процесса через 96 часов при отсутствии Fe^{2+} максимальное

значение содержания Fe^{3+} составило 55 г/л. При этом остаточное количество сульфидной серы составило 1,6% [4].

Таким образом, резюмируя вышесказанное, можно заключить, что при бактериальном окислении сульфидных руд из месторождения Кокпатас, оптимальные значения рН при 96-часовом окислении составляют $1,35 \div 1,45$. Поддержание этого параметра на оптимальном уровне достигается с внесением известняковой пульпы с Т:Ж 1:4 в количестве 250 грамм на один литр воды. Рекомендуется также вносить известняковую пульпу в пятые и шестые реактора, что позволит увеличить активность микроорганизмов.

Список литературы / References

1. Переработка золотоносных руд с применением бактериального окисления в условиях Крайнего Севера. Новосибирск. Наука, 2007. С. 64-65.
2. Адамов Э.В., Панин В.В. Биотехнология металлов. МИСиС. Москва. Изд-во «Учеба», 2003. С. 20-21.
3. Сагдиева М.Г. Состояние, проблемы и перспективы развития биогидрометаллургии в Узбекистане // Инновационные технологии горно-металлургической отрасли: межд. конф. (Навои, 2011 г). Узбекистан: Навои, 2011. С. 205.
4. Мавжудова А.М., Черкасова Г.В., Сагдиева М.Г. Новая питательная среда для биовыщелачивания золота флотоконцентрата месторождения Кокпатас. // Инновационные технологии горно-металлургической отрасли: межд. конф. (Навои, 2011 г.). Узбекистан: Навои, 2011. С. 194.