

К.А. Григорьев, С.Ф. Каплан, А.С. Долотов, В.Н. Ковалев
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССА
АВТОКЛАВНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПИРИТА

Представлено исследование по определению влияния оборотов мешалки на потребление кислорода в процессе автоклавного окисления одного из золотомещающих минералов в составе флотоконцентрата – пирита. Определена область протекания процесса автоклавного окисления фракции пирита 40–70 мкм.

Ключевые слова: золото, сульфиды, пирит, автоклавное окисление.

Процесс автоклавного окисления упорных флотоконцентратов позволяет вскрыть упорное золото, изоморфно распределенное в кристаллических решетках золотомещающих минералов (пирит, арсенипирит), путем их разрушения в ходе окисления. Поскольку реакция окисления золотомещающих минералов сложная, гетерофазная, в начале исследования кинетики следует определить область протекания (внешнедиффузионная, внутридиффузионная или кинетическая) процесса окисления для данного реактора с данным перемешивающим устройством в диапазоне исследуемых давлений и температур.

Условия окисления должны исключать возникновение внешнедиффузионных ограничений (рис. 1). В ходе экспериментов необходимо выявить влияние каждого из параметров процесса, таких как температура, парциальное давление кислорода, обороты мешалки и варьирование крупности частиц. Основными кинетическими характеристиками являются: энергия активации процесса и порядок реакции по кислороду (уравнение 1). В работе проведено исследование влияния оборотов мешалки на потребление кислорода в процессе автоклавного окисления одного из золотомещающих минералов концентрата – пирита.

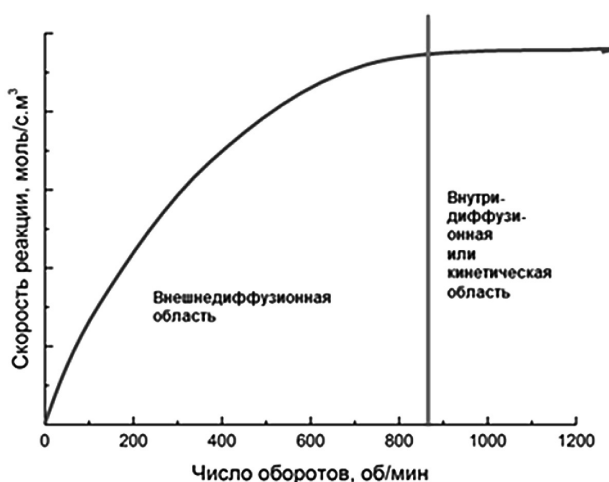


Рис. 1. Граница внешне/внутридиффузионной области

Химический состав исследуемого образца пирита

	Аu, г/г	S _{общ} , %	S _{сульф} , %	C _{общ} , %	C _{орг} , %
Пирит	1,08	53,1	50,3	0,1	0,07

$$U = R_0 e^{-E_a/RT} T^m P_{O_2}^n \quad (1)$$

где U – скорость реакции; E_a – энергия активации, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная; T – температура процесса, К; P_{O_2} – парциальное давление кислорода, МПа; R_0 – предэкспоненциальный множитель; n – порядок реакции по кислороду.

Пирит обладает устойчивым химическим составом – это делает пирит ценным модельным объектом, окисление которого в автоклаве с контролем расхода кислорода, при условии точного поддержания температуры и парциального давления кислорода, позволяют определить все ключевые параметры для уравнения скорости химической реакции.

Была проведена работа по пробоподготовке материала: мокрый помол и мокрый рассев с получением фракции частиц с узким распределением по размерам (40–70 мкм). Такое распределение частиц по размеру необходимо нам для проведения расчетов

в рамках модели сжимающегося ядра. Химический состав исследуемого образца представлен в таблице.

На основании результатов опытов для диапазона парциальных давлений кислорода (3–15 бар) и температур (185–230 °С) была определена скорость вращения турбинной мешалки (более 860 об/мин) автоклава Parr объемом 1 литр, гарантирующая выход из внешнедиффузионной области процесса окисления пирита фракции 40–70 мкм (внутридиффузионная или кинетическая область протекания) (рис. 2).

Таким образом, следующие эксперименты с варьированием парциального давления O_2 , температуры, размера частиц, мы должны проводить при оборотах мешалки не ниже 860 мин⁻¹. В этом случае становится возможным применять уравнение 1 для расчета скорости химической реакции – для данного реактора с данным перемешивающим устройством в диапазоне исследуемых давлений и температур.

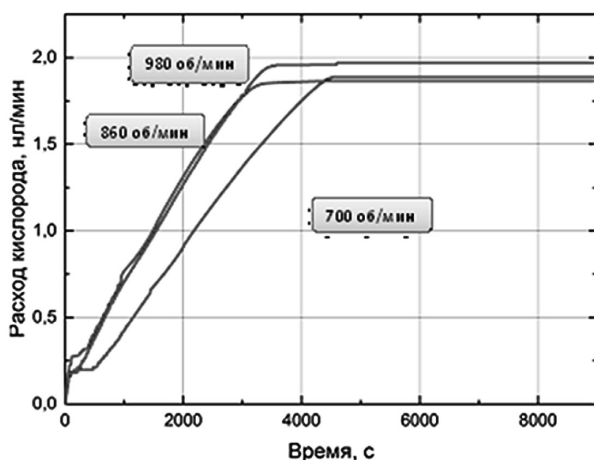


Рис. 2. Зависимость потребления кислорода от изменения оборотов мешалки для пирита (10 бар, 200 °С фракция 40–70 мкм)

1. Лодейшиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. Т. 2. – Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 1999. – 17 с.

2. Петров Г.В., Бодуэн А.Я., Спыну А.Ю., Богинская А.С. Особенности поведения редких микрокомпонентов при переработке сульфидных медных руд и пути повышения их производства / Сборник докладов четвертого международного конгресса «Цветные металлы-2012», Красноярск). – Красноярск, 2012. – С. 158–160.

3. Bailey L.K., Peters E. Decomposition of pyrite in acids by pressure leaching and anodization: the case for an electrochemical mechanism // *Canadian Metallurgy Quarterly*. 1976. 15 (4). P. 333.

4. Henley K. A combined mineralogical/metallurgical approach to determining the nature and location of gold in ores and mill products // *Minerals Engineering*. 1989. V. 2. № 4, P. 459–470.

5. Petrov G.V., Boduen A.J., Mardari I.I., Ivanov B.S., Boginskaya A.S. Recourses of precious metals in technogenic objects of mining and metallurgical complex of Russia // *International journal of experimental education*. 2013. № 2, P. 53–54.

6. Tozawa K., Sasaki K. Effect of coexisting sulphates on precipitation of ferric oxide from ferric sulphate solutions at elevated temperature / *Iron Control in Hydrometallurgy*. Wiley, New York, 1986. P. 454. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Григорьев К.А.¹ – магистр химии, инженер, e-mail: Grigoriev@polymetal.ru,

Каплан С.Ф.¹ – к.х.н., ведущий инженер, e-mail: Kaplan@polymetal.ru,

Долотов А.С.¹ – аспирант, СПбТИ (ТУ), инженер, e-mail: DolotovAS@polymetal.ru,

Ковалев В.Н.¹ – к.т.н., начальник лаборатории, e-mail: Kovalev@polymetal.ru,

¹ АО «Полиметалл инжиниринг», 198216, г. Санкт-Петербург.

UDC 669.2/.8.053.4

THE DETERMINATION OF THE AREA BEHAVIOR OF THE PROCESS PRESSURE OXIDATION OF PYRITE

Grigoriev K.A.¹, Master of Chemistry, Engineer, e-mail: Grigoriev@polymetal.ru,

Kaplan S.F.¹, Candidate of Chemical Sciences, Leading Engineer, e-mail: Kaplan@polymetal.ru,

Dolotov A.S.¹, Graduate Student, St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), 190013, Saint-Petersburg, Russia, Engineer, e-mail: DolotovAS@polymetal.ru,

Kovalev V.N.¹, Candidate of Technical Sciences, Head of Laboratory, e-mail: Kovalev@polymetal.ru,

¹ JSC «Polymetal Engineering», 198216, Saint-Petersburg, Russia.

The research by definition influence of revolutions mixing machine on the consumption of oxygen in the process pressure oxidation of one of gold-bearing minerals in the composition of the flotation concentrate such as pyrite presented in the paper. The area behavior of the process pressure oxidation fraction of pyrite (40–70 microns) is determined.

Key words: gold, sulfide, pyrite, pressure oxidation.

REFERENCES

1. Lodeyshchikov V.V. *Tekhnologiya izvlecheniya zolota i serebra iz upornykh rud*. T. 2 (Gold and silver recovery from rebellious ores, vol. 2), Irkutsk, ОАО «Иргиредмет», 1999, 17 p.

2. Petrov G.V., Boduen A.Ya., Sпыnu A.Yu., Boginskaya A.S. *Sbornik dokladov chetvertogo mezhdunarodnogo kongressa «Tsvetnye metally-2012»*, Krasnoyarsk (IV International Congress «Nonferrous Metals–2012» Proceedings, Krasnoyarsk), Krasnoyarsk, 2012, pp. 158–160.

3. Bailey L.K., Peters E. Decomposition of pyrite in acids by pressure leaching and anodization: the case for an electrochemical mechanism. *Canadian Metallurgy Quarterly* 1976, 15 (4), pp. 333.

4. Henley K. A combined mineralogical/metallurgical approach to determining the nature and location of gold in ores and mill products. *Minerals Engineering*. 1989. V. 2, no 4, pp. 459–470.

5. Petrov G.V., Boduen A.J., Mardari I.I., Ivanov B.S., Boginskaya A.S. Recourses of precious metals in technogenic objects of mining and metallurgical complex of Russia. *International journal of experimental education*. 2013, no 2, pp. 53–54.

6. Tozawa K., Sasaki K. Effect of coexisting sulphates on precipitation of ferric oxide from ferric sulphate solutions at elevated temperature. *Iron Control in Hydrometallurgy*. Wiley, New York, 1986, pp. 454.