

УДК 622.7

**Г.В. Седельникова, А.Ю. Владыкин**

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КИСЛОРОДА НА ПРОЦЕСС  
ЦИАНИРОВАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ РУД  
И КОНЦЕНТРАТОВ**

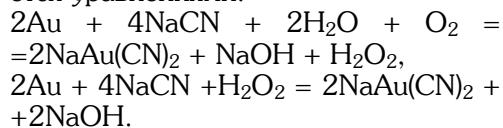
**Семинар № 25**

---

**В** настоящее время одной из главных задач гидрометаллургии золота в общем, а в частности технологии кучного выщелачивания является интенсификация процесса извлечения золота. Второй, но не менее важной задачей является повышение эффективности извлечения золота в цианистые растворы, которые, как известно наиболее широко используются в практике.

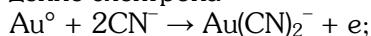
К основным направлениям решения поставленных задач относится повышение концентрации кислорода в выщелачивающем растворе.

Положительное влияние содержания кислорода на растворение золота и серебра в цианистых растворах было установлено достаточно давно (П.Р. Багратион, 1843 г.) и описывается уравнениями:



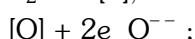
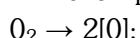
Химия процесса растворения золота в цианистом растворе состоит из следующих этапов:

1) на анодных участках поверхности золота происходит образование комплексного иона и освобождение электрона



2) на катодных участках в результате освобождения избыточных

электронов на аноде происходит восстановление кислорода, растворенного в воде (т.е. образуется кислородный электрод)

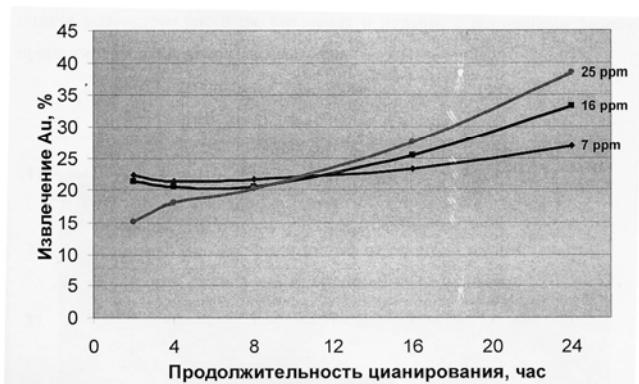


Восстановление кислорода равновероятно может идти с образованием промежуточного продукта перекиси водорода.

Основной причиной растворения золота является образование комплексного иона  $\text{Au}(\text{CN})^-$ . Образование последнего происходит вследствие диффузии ионов цианида к поверхности металла. Они вытесняют молекулы воды из поверхностного слоя и реагируют с простым ионом, образуя при этом комплексный анион золота.



Таким образом, вследствие удаления ионов золота из двойного слоя происходит освобождение валентных электронов, и золото, отдавая электроны, создающие гальванический ток, становится анодом. На катодных участках происходит восстановление кислорода, при котором в качестве промежуточного продукта в некото-



**Рис. 1. Зависимость извлечения золота от времени цианирования при различных концентрациях кислорода**

ром количестве образуется перекись водорода.

Дальнейший процесс растворения может успешно идти лишь при условии кислородной деполяризации.

Если деполяризация не имеет места, растворение золота замедляется и даже прекращается. Доказательством последнего может служить то, что золото практически не растворяется после израсходования кислорода, содержащегося в растворе. Растворы цианистых щелочей, изготовленные на прокипяченной воде, из которой удален кислород, растворяют золото в весьма ограниченном количестве (И.Н. Плаксин, 1972).

Из литературных источников известно, что равновесная концентрация кислорода в цианистых растворах, для успешного протекания реакции растворения, должна составлять в среднем 4—8 мг/л.

В настоящей работе исследовано влияние концентрации кислорода на процессы агитационного цианирования золотосодержащих техногенных хвостов и цианирование концентратов по способу Гекко.

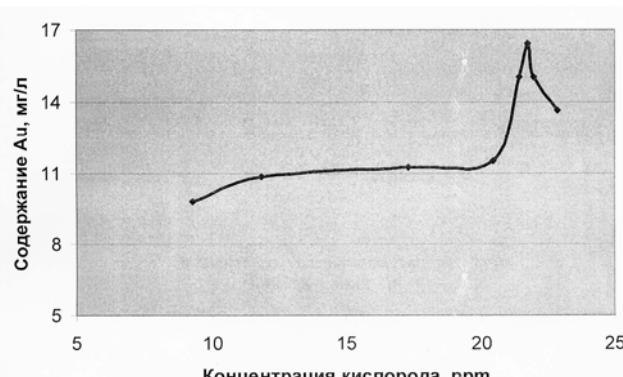
Опыты по агитационному цианированию проводили на техногенных слабо сульфидных хвостах одной из золото-извлекательных фабрик. Содержание золота в исходной пробе составляло 0,87 г/т.

Испытания проводились при стандартных параметрах —  $C_{NaCH} = 0,1\%$ ,  $pH = 10 = 10,5$  и  $C_{CaO} = 0,005\%$ . Время агитации составляло 24 ч.

Исследовалось влияние различной концентрации кислорода в цианистых растворах, которая составляла от 7 до 25 ppm. В ходе опытов кислород в рабочий раствор подавался в газообразном виде. В зависимости от вещественного состава сырья, в нем могут присутствовать соединения, поглощающие растворенный кислород, которые снижают его концентрацию в растворе и ухудшают процесс растворения золота в цианистых растворах, к которым относятся сульфиды, сульфаты,  $S_{эл}$ .

Как видно из графиков, при прочих равных условиях, максимальное извлечение было достигнуто при начальной концентрации кислорода в пульпе 25 ppm. Первоначально низкое извлечение золота в раствор, предположительно, может быть объяснено тем, что чрезмерно большая концентрация кислорода в выщелачивающем растворе вызывала уменьшение скорости растворения золота, путем пассивации кислородом частиц золота.

Последующая агитация позволила активировать поверхность золотин, а поддержание повышенной концентрации кислорода, в конечном итоге, обеспечить высокое извлечение.



**Рис. 2. Зависимость содержания Au в растворе от концентрации кислорода**

Следующие испытания по выявлению влияния концентрации кислорода на процесс цианирования проводили на установке Гекко. Исследованиям подвергались предварительно наработанные гравитационные концентраты от обогащения брекчевой руды доизмельченные до крупности 80 % — 71 мкм с содержанием золота 162,77 г/т.

Цианирование проводилось в открытом реакторе в непрерывном цикле подачи цианистого раствора, кислорода и пульпы, с постоянным выводом прореагированной пульпы из реактора.

Цианирование концентрата в течение 19 часов при обычной (равно-

весной) концентрации кислорода в растворе (порядка 8 мг/л) позволяет извлечь 76,29 % золота.

Из графика видно, что оптимальное содержание золота в растворе достигается при концентрации кислорода в пульпе 21,7 ppm. Дальнейшее увеличение концентрации кислорода приводит к возможной пассивации частиц золота.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено эффективность использования повышенной концентрации кислорода при цианировании золотосодержащих руд и концентратов. В изученном интервале концентраций кислорода от 7 до 25 мг/л, наибольший прирост извлечения золота при цианировании достигается при концентрации кислорода 22—25 мг/л. Отклонение приведенных концентраций кислорода от стандартно применяемых, объясняется наличием в исследуемых пробах минералов и элементов, окисляющихся в процессе реакций. **ГИАБ**

### Коротко об авторах –

Седельникова Г.В., Владыкин А.Ю. - ФГУП «ЦНИГРИ».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 25 симпозиума «Неделя горняка-2007».

Рецензент д-р техн. наук, проф. А.А. Абрамов.

