

Кожонов А.К.

**ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПЕРЕРАБОТКИ УПОРНЫХ Au-As-Sb СОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Кожонов А.К.

**ТАТААЛ БАЙЫТЫЛУУЧУ, КУРАМЫНДА Au-As-Sb БАР КЕН КОНЦЕНТРАТТАРЫН ИШТЕТҮҮНҮН МҮМКҮН БОЛГОН ЖОЛДОРУ**

А.К. Kozhonov

**POSSIBLE WAYS OF TREATING REFRACTORY Au-As-Sb-CONTAINING CONCENTRATES**

УДК: 669.21

*Рассмотрены возможные пути переработки упорных Au-As-Sb содержащих концентратов в разрезе сравнения обжиговой и гидрометаллургической технологий вскрытия сульфидных минералов золота.*

**Ключевые слова:** двухстадиальный обжиг, гидро-сульфатизация, цианирование, кеки выщелачивания.

*Татаал байытылуучу, курамында Au-As-Sb бар кен концентраттарын иштетүүнүн мүмкүн болгон жолдору алтындын сульфиддерин жеткиликтүү ачуунун күйгүзүү жана гидрометаллургиялык ыкмаларды салыштыруу жыйымында каралган.*

**Негизги сөздөр:** эки тепкичтүү күйгүзүү, гидро-сульфатизациялоо, цианирлоо, ачытуунун калдыктары.

*Possible ways of treating refractory Au-As-Sb-containing concentrates in the context of a comparison of roasting and hydrometallurgical technologies opening sulfide minerals of gold.*

**Key words:** two-stage firing, hydrosulphatization, cyanidation, tails leaching.

В мировой практике применение гравитационно-флотационного обогащения с последующим цианированием флотационных концентратов для переработки упорных золотосодержащих руд в ряде случаев может давать значительный технико-экономический эффект.

Однако переработка сульфидных концентратов, основная доля золота в которых тесно ассоциированы с пиритом и арсенопиритом, и кроме того имеют контакт с минералами сурьмы, извлечение

золота методом прямого цианирования представляет значительные трудности. Потери золота с хвостами цианирования флотационных концентратов часто достигают таких размеров, что ставят под сомнение целесообразность применения к указанным концентратам гидрометаллургических способов переработки [2].

Дополнительное измельчение флотационных концентратов не решает проблемы коренного улучшения технологических показателей по извлечению золота из концентратов в процессе цианирования. В связи с этим основное внимание данных исследований направлено на изыскание и разработку технологических процессов, позволяющих осуществить максимальное вскрытие золота в упорных золото-содержащих концентратах химическим или термохимическим способом.

Присутствие сверхлимитируемого количества мышьяка и сурьмы (табл.1) во флотоконцентрате делает невозможным переработку его на металлургических комбинатах. Поэтому концентрат должен быть доведен до кондиции на месте для дальнейшего металлургического передела или переработан способами, позволяющими вскрыть тонкоассоциированное с сульфидами золото и извлечь его на месте цианированием. Первое достигается одностадиальным обжигом до лимитируемого содержания мышьяка в огарке, второе – целым рядом методов, из которых нами применен двухстадиальный обжиг и гидросульфатизация [3].

Таблица 1

Результаты химического и пробирного анализов флотационного концентрата

| Компоненты    | Химический анализ |                                |                  |                  |      |                  |      |           |                   |                  |                               |
|---------------|-------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|------|-----------|-------------------|------------------|-------------------------------|
|               | SiO <sub>2</sub>  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sup>3+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | MnO  | TiO <sub>2</sub> | CaO  | MgO       | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Содержание, % | 19.48             | 5.83                           | 24.4             | 3.22             | 0.06 | 0.52             | 2.70 | 1.18      | 0.23              | 1.28             | 0.15                          |
| Компоненты    | Химический анализ |                                |                  |                  |      |                  |      | Пробирный |                   |                  |                               |
|               | S <sub>общ</sub>  | SO <sub>3</sub>                | As               | CO <sub>2</sub>  | Sb   | Cu               | Pb   | Zn        | Au, г/т           | Ag, г/т          |                               |
| Содержание, % | 24.45             | 0.76                           | 8.61             | 1.85             | 1.03 | 0.33             | 0.04 | 0.06      | 64.0              | 27.2             |                               |

Переработка концентрата по схеме обжиг-цианирование (рис.1) проводилась в режиме указанном в табл.2. Был опробован двухстадиальный обжиг при различных температурах и времени обжига. Первая стадия в слабоокислительной, вторая – в умеренно-

окислительной атмосфере с периодическим через 10-15 мин перемешиванием в печи. После обжига перед цианированием проводилась щелочная отмывка огарков с целью растворения окисленных форм мышьяка [4].

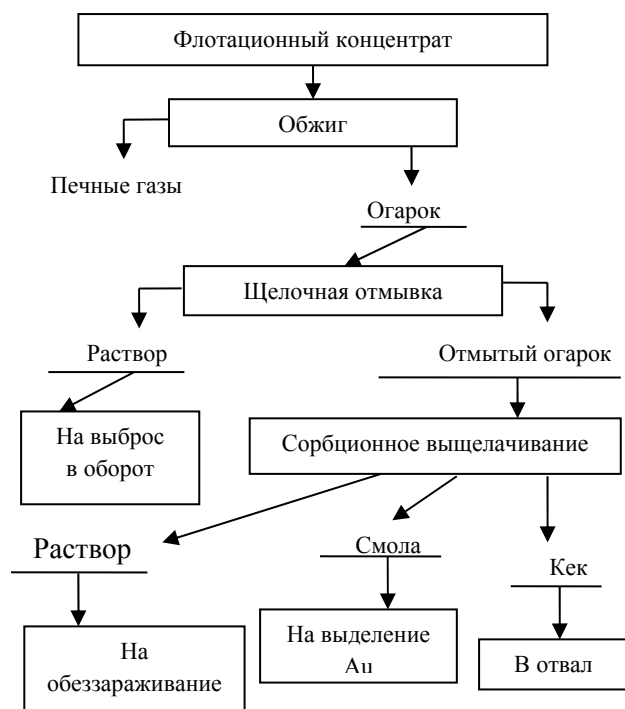


Рисунок 1. Переработка флотоконцентрата по схеме «обжиг-цианирование»

Таблица 2

Режимы и результаты испытаний флотоконцентратов по схеме «обжиг-цианирование»

| Режимы и показатели                        | Обжиг  |                        |            |
|--|--|------------------------|------------|
|  | Температура обжига<br>I стадия<br>II стадия  | 500-550°C<br>600-650°C |            |
| Время обжига, час<br>I стадия<br>II стадия | 1.0<br>1.0   | 1.0<br>2.0             | 1.0<br>1.0 |
| NaOH – 6%;<br>Температура - 70-80°C        | Щелочная отмывка<br>Время – 2 час; Т:Ж = 1:3                                       |                        |            |
| Выход продукта, %                          | 83.1   | 83.2                   | 80.7       |
|  | Цианирование KCN – 0.1%, время выщелачивания - 24 час;<br>Т:Ж = 1:2.5; смола АМ-2Б |                        |            |
| Содержание Au в кек, г/т                   | 8.2  | 8.8                    | 7.5        |
| Извлечение Au в раствор, %                 | 87,1   | 86,2                   | 88,3       |

Полученные результаты показывают, что извлечение золота при принятых режимах обжига остается низким и не превышает 88,3%.

В полученных огарках заметно укрупнение частиц, возможно за счет нелетучих арсенидов. Доизмельчение огарка и отмывка его щелочью перед цианированием не дали более высоких результатов.

Следует отметить, что содержание мышьяка в полученных огарках не превышает 0.30%, что говорит о принципиальной возможности получения огарков, пригодных для дальнейшего металлургического передела. Как отмечалось выше, основными коллекторами золота являются пирит и арсенопирит [4].

Единственным растворителем пирита в обычных условиях является азотная кислота, разлагающая пирит ( $Fe_2S$ ) по реакции:



Аналогично происходит растворение в азотной кислоте и других сульфидов, образующихся в данных условиях в водорастворимые соли – нитраты. Таким образом, азотная кислота может рассматриваться как коллективный растворитель сульфидных минералов и, следовательно, использована для полного вскрытия золота, ассоциированного с указанными минералами.

Переработка концентрата по схеме «гидросульфатизация – цианирование» проводилась в режиме, указанном в табл.3.

Таблица 3

Результаты переработки концентратов по схеме «гидросульфатизация – цианирование»

| Режимы и показатели                          | Гидросульфатизация                       |
|--|--|
| HNO <sub>3</sub>                             | 10%                                      |
| Т:Ж  | 1:7.5                                    |
| Продолжительность                            | 2 час                                    |
| Температура                                  | 80-90°C                                  |
| Выход продукта, %                            | 61.8                                     |
| KCN – 0.1%, время выщ.-<br>24 час;           | Цианирование<br>Т:Ж = 1:2.5; смола АМ-2Б |
| Содержание Au в кек, г/т                     | 1.7                                      |
| -//- в пересчете на исходный концентрат, г/т | 1.1                                      |
| Содержание Au в исходном концентрате, г/т    | 64.0                                     |
| Извлечение Au в раствор, %                   | 97,3                                     |

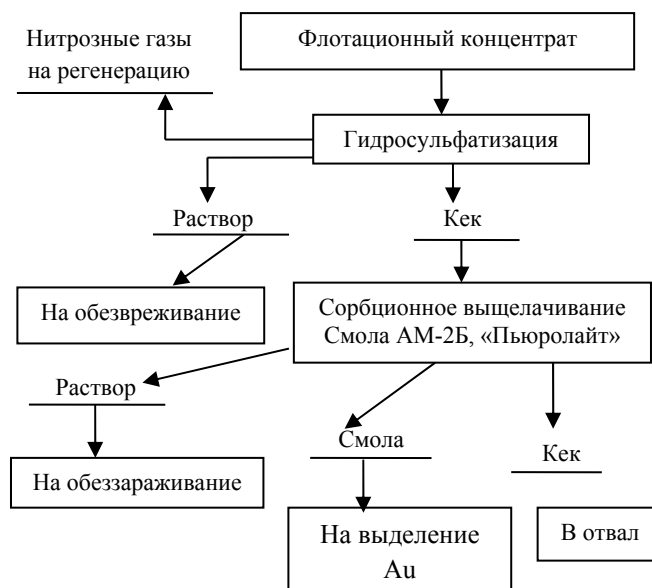


Рисунок 2. Переработка флотоконцентрата по схеме «Гидросульфатизация-цианирование»

Как видно из таблицы, извлечение золота из кеков гидросульфатизации значительно выше, чем из огарков, содержание золота в кеках выщелачивания снизилось с 6.8 до 1.1 г/т. Уменьшился объем материала, идущего на цианирование, т.к. выход кека гидросульфатизации составил 61.8% против 83.1% по обжиговой схеме.

Таким образом, гидросульфатизационное вскрытие золотомышьяковистых концентратов является целесообразным не только для снижения транспортных расходов в случае перевозки их в металлургические комбинаты, но и для интенсификации гидрометаллургического процесса извлечения золота путем отделения сурьмы и осаждения мышьяка в виде нерастворимого скородита.

**Литература:**

1. Зеленов В.И. Методика исследования золотосодержащих руд, - М.: Недра, 1978.
2. Кожонов А.К., Ногаева К.А., Шамыралиева А.А. «Кинетика цианидного выщелачивания флотационных концентратов разнотипных рудных тел сульфидных месторождений» Известия Кыргызского Государственного Технического Университета им.И.Раззакова, №21 2010г.
3. Попов Е.Л. и др. Безобжиговый способ вскрытия золотомышьяковых концентратов // В сб. «Новые методы и аппаратура для технологической оценки месторождения полезных ископаемых», выпуск II,-М.1976, с. 53.
4. Оценка технологических свойств золотосодержащих пиритов и арсенопиритов различных месторождений // Цветная металлургия. 2000. №8. С. 9-12.

**Рецензент: к.т.н. Найданов О.Д.**