

УДК 669.21/23

**ПРИНЦИПЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД**

Канд.хим.наук Г.К.Бишимбаева

*Рассмотрены основные принципы переработки золотосодержащего сырья, технология извлечения благородных металлов из которых зависит от форм минерализации и физико-химических свойств исходного материала.*

Извлечение благородных металлов из золотосодержащих продуктов требует детальных минералогических и технологических исследований.

Большинство золотосодержащего сырья по физическому состоянию представлено прочным материалом различающимся свойствами вкрапленного золота и ассоциацией его с минералами.

Многообразие свойств рудного золота создает значительные трудности при изучении вещественного состава и разработке технологии извлечения ценных компонентов.

Положение осложняется еще и тем, что в сырье помимо золота часто встречается и серебро, минеральные формы которого более разнообразны, чем золото [1]. Кроме того, наличие в рудах, концентратах и хвостах обогатительных фабрик помимо золота других промышленных компонентов является одним из решающих факторов при выборе технологии с точки зрения комплексного использования обрабатываемого сырья.

Неотъемлемой частью технологических исследований в настоящее время является проведение рационального анализа, который позволяет установить причины недоизвлечения благородных металлов и, следовательно, позволяет определить пути устранения недостатков технологического процесса.

Одним из отрицательных факторов в технологии благородных металлов является их сорбция рудными компонентами. Наиболее активными естественными сорбентами золота являются углистые сланцы, некоторые силикаты, алюмосиликаты, тонкоизмельченный кварц и другие компоненты.

Одним из способов нейтрализации вредного воздействия природных сорбентов золота является процесс сорбционного выщелачивания, то

есть совмещение процесса выщелачивания и сорбции, для чего в пульпу вводят либо активированный уголь, либо ионообменную смолу, обладающих значительно более высокой сорбционной способностью по отношению к золоту, чем присутствующие в перерабатываемом сырье природные сорбенты. При этом уголь или смола после отделения от пульпы подвергаются дальнейшей переработке с целью извлечения благородных металлов.

Другим способом является дополнительная обработка сырья химическими реагентами, выполняющими роль десорбентов золота, например сернистым натрием, из которого золото извлекается цементацией на медной стружке.

Применяются и другие способы предотвращения потерь благородных металлов при извлечении, такие как пассивация поверхности естественных сорбентов керосином, маслами и другими реагентами, отмывка шламов, угольная флотация окислительный обжиг.

Эффективным способом повышения растворения золота в цианистых растворах является цианирование при повышенном давлении воздуха или кислорода. Скорость перехода золота в раствор возрастает в 10-36 раз [2].

На основании накопленного экспериментального материала по переработке упорного сырья, последнее можно классифицировать на семь основных категорий (табл.).

Таблица

#### Классификация основных категорий переработки упорного сырья

№ п/п	Тип сырья	Факторы, характеризующие упорность сырья в процессе планирования
1.	Сырье с тонкой вкрапленностью золота в породобразующих минералах (кварц, пирит, арсенопирит и др.), теллуристое сырье	Тесная ассоциация золота с кварцем и сульфидами. Медленное растворение теллуридов (калаверит, сильвинит и др.)
2.	Золотоносные пирромины	Связь свободного цианида и кислорода пирроминами, приводящая к медленному растворению золота и повышенному расходу NaCN
3.	Феррозолотые руды	Золото покрыто гидратироваными окислами железа, затрудняющими его извлечение в цианистый раствор
4.	Медистые руды	Значительное поглощение цианида и образование вторичных пленок на золоте, быстрая утомляемость цианистых растворов
5.	Сурьмянистые руды	Образование прочных пленок на золотинах в процессе цианирования, связывание кислорода и цианида
6.	Углистые руды	Адсорбция растворенного в цианиде золота активным углем
7.	Глинистые руды	Трудная фильтруемость цианистой пульпы, частичная адсорбция золота и свободного цианида глинистыми материалами

В связи с высокой токсичностью цианистых солей, сравнительно низкой скоростью растворения золота в их растворах, низкой эффективностью цианистого процесса для углистого, сурьмянистого и медистого сырья, необходимость дорогостоящей очистки сбросных вод обуславливает поиск других растворителей благородных металлов.

Выявлено большое количество растворителей, но лишь немногие из них удовлетворяют таким требованиям, как нетоксичность, кинетическая активность, избирательность по отношению к благородным металлам, умеренная стоимость и возможность производства в промышленном масштабе. Практический интерес представляют такие растворители, как тиомочевина (тиокарбамид), тиосульфаты, хлорная вода, гуминовые соединения, органические цианиды.

Альтернативные растворители золота (тиомочевина, тиосульфаты, хлорная вода, гуминовые соединения, органические цианиды и др.) не нашли пока промышленного применения из-за недостаточной изученности. Среди них особое место занимают серосодержащие растворители.

В связи с необходимостью поиска технологий извлечения золота из отходов обогатительного производства следует обратить особое внимание на кучное выщелачивание, как современный способ добычи, основанный на принципах перевода золота в раствор на месте залегания сырья.

В настоящее время кучное выщелачивание является наиболее простым и дешевым способом извлечения золота из бедных руд и отходов, так как капитальные и эксплуатационные затраты составляют соответственно 20% и 40% по сравнению с затратами при извлечении благородных металлов традиционными методами.

Кучное выщелачивание пригодно для сырья относительно прочного для растворов, золото в котором находится в относительно свободном состоянии. Большое значение для эффективности процесса кучного выщелачивания (КВ) имеет правильная предварительная подготовка сырья и его отсыпка, оптимальный способ орошения, способы интенсификации процесса и т.д. [3]. Для переработки лежалых шламистых хвостов обогащения может быть рекомендовано предварительное окомокание сырья с цианистыми растворами, которое обеспечивает высокую скорость выщелачивания и достаточную степень извлечения.

Золотосодержащее сырье агломерируют в щелочной среде, обычно применяется известковое молоко, известь, портландцемент, в качестве связующего добавляют каустическую соду. Процесс агломерации сокращает продолжительность выщелачивания, увеличивает концентрацию целевых компонентов в растворе.

Для грануляции сырья используются различные методы. Наиболее распространены барабанные грануляторы производительностью от 10 до 450 т/час. В некоторых случаях на стадии грануляции вместе с увлажняющим раствором вводят цианистый натрий [4].

При применении цианистого выщелачивания золота, ни концентрация выщелачиваемого золота, ни концентрация цианида, ни концентрация кислорода в отдельности не имеют существенного значения, важно лишь их соотношение. Поскольку концентрацию цианида можно варьировать в широких пределах, для увеличения скорости выщелачивания важно подбирать условия по максимальному обогащению сырья кислородом. Это достигается при проведении процесса КВ в режиме орошение – пауза [3]. Результаты выщелачивания золота достигаются при использовании 0,1 % раствора цианистого натрия. Снижение концентрации цианида до 0,05 % и увеличение ее до 0,3 % приводит к уменьшению скорости выщелачивания. В первом случае это происходит за счет недостатка цианистого натрия, во втором – за счет недостатка кислорода.

Следует отметить, что при увеличении pH раствора с 6 до 11 скорость выщелачивания несколько возрастает. Выщелачивание следует проводить при pH 9,5-10,5 для поддержания нетоксичности цианистых растворов (предотвращение гидролиза цианида).

Переработка золотосодержащего сырья способом кучного выщелачивания влечет за собой очень важную в экологическом аспекте проблему - обезвреживание стоков.

Наиболее распространенным методом обезвреживания в настоящее время является хлорирование. Однако, технология хлорирования довольно дорогостоящая и небезопасная для рабочего персонала.

Одним из перспективных методов обезвреживания является использование дешевых отходов сернокислотного производства – сульфит-бисульфитных растворов аммония.

Завершая рассмотрение основополагающих принципов извлечения благородных металлов, в частности золота, из золотосодержащего сырья следует отметить:

- основные затруднения при реализации технологических схем переработки сырья вытекают из весьма широкого многообразия форм минерализации и физико-химических свойств исходного материала, что обуславливает, соответственно, и многообразие вариантов технологических решений;
- среди выщелачивающих золото реагентов в промышленном масштабе применяются только цианистые растворы, наиболее эффективно (безопасно) работающие в щелочной среде в присутствии кислорода.

### Литература

1. Металлургия благородных металлов /Под редакцией Л.В.Чугаева. -М. 1987, -432 С.
2. Лодейников В.В. Извлечение золота из упорных руд и концентратов. -М. 1968.

3. Телегина Л.Е., Кофман В.Я. Исследование метода кучного выщелачивания для переработки бедных золотосодержащих руд // Цветные металлы. 1984, -№7 -С.32.
4. Коростышевский Н.Б. Металлургия золота и серебра. ВИНТИ. 1987.

КазНТУ им.К.И.Сатпаева

**ҚҰРАМЫНДА АЛТЫН БАР КЕНДЕРДІ  
БАЙЫТУДАН ШЫҚҚАН ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ҚЫМБАТ  
МЕТАЛЛДАРДЫ АЛУ ПРИНЦИПТЕРІ**

Хим.ғыл.канд.      Г.Қ.Бишімбаева

Құрамында алтын бар шикізатты қайта өңдеудің негізгі принциптері қарастырылған. Қымбат металдарды алу технологиясы пайдаланған заттың минерализациялау қалыпына және физика-химиялық қасиеттеріне байланысы көрсетілген.