



## Технология Альбион для упорного золота

**Технология Альбион (Albion Process) была разработана компанией MIM Holdings (в настоящее время Xstrata Plc) для переработки концентратов, полученных из упорных руд цветных и драгоценных металлов. Технология была разработана в 1993 г. и запатентована по всему миру.**

Технология Альбион включает горизонтальную бисерную мельницу IsaMill для получения активированного тонкоизмельченного концентрата при относительно невысоких удельных расходах энергии. Затем этот тонкомолотый материал выщелачивается при атмосферном давлении в обычных агитационных чанах. Благодаря простоте технологической схемы капитальные затраты на строительство фабрики по Технологии Альбион могут быть значительно ниже, чем для сопоставимой фабрики бактериального или автоклавного выщелачивания.



Рисунок 1: Мельница IsaMill M300, установленная на предприятии компании Lonmin, Южная Африка

Ключевой в Технологии Альбион является стадия сверхтонкого измельчения. Процесс сверхтонкого измельчения приводит к высокой степени деформации, вносимой в кристаллическую решетку. В результате, количество поверхностных разрывов зерен и дефектов кристаллической решетки возрастает по величине на несколько порядков по отношению к неизмельченным минералам. Увеличение количества дефектов кристаллической решетки «активирует» минерал, способствуя выщелачиванию. Благодаря резкому увеличению площади поверхности минерала возрастает также и глубина выщелачивания.

За счет сверхтонкого измельчения также сводится к минимуму пассивация минеральной поверхности продуктами выщелачивания на основе серы. Обычно осадки, образующиеся на поверхности выщелачиваемого минерала, медленно пассивируют минерал, предотвращая доступ химреагентов к поверхности минерала. Пассивация обычно заканчивается, когда толщина слоя осадков достигает 2 - 3 микрон. Сверхтонкое измельчение минерала до крупности 80% класса мельче 8 - 12 микрон устраняет пассивацию, поскольку выщелачиваемый минерал разрушается до того, как слой осадка становится достаточным для пассивации минерала.

Стадия окислительного выщелачивания осуществляется в агитационных чанах, эксплуатируемых при атмосферном давлении. Для содействия окислению в реакционную пульпу вводится кислород. Выщелачивание происходит автотермически, таким образом, что температура реакционной пульпы задается количеством тепла, высвобождаемым в процессе реакции выщелачивания. Тепло из внешних источников в реакционную

емкость не поступает. Температура регулируется за счет расхода добавляемого кислорода и плотности реакционной пульпы.

Применительно к извлечению драгоценных металлов, Технология Альбион может использоваться в широком диапазоне pH, в зависимости от минералогии исходного питания.

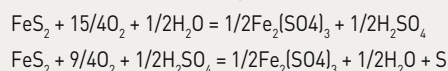
Там, где основным упорным золотосодержащим минералом в концентрате является пирит, окислительное выщелачивание обычно осуществляют в щелочной среде. Условия выщелачивания задают таким образом, чтобы обеспечить образование гетита в качестве основного продукта реакции железа. Условия щелочной среды повышают скорость выщелачивания пирита за счет постоянной нейтрализации кислоты, образующейся при окислении пирита. Наиболее предпочтительными для использования при окислительном выщелачивании являются дешевые щелочи, такие как известняк и известь.

Там, где перерабатываемый концентрат содержит значительные количества мышьяка или извлекаемых цветных металлов, окислительное выщелачивание осуществляют в условиях кислой среды с последующей нейтрализацией пульпы перед цианидным выщелачиванием.

### Химизм процессов

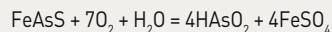
Ниже представлены некоторые из основных реакций окисления, которые имеют место при окислительном выщелачивании упорного золотосодержащего концентрата по Технологии Альбион. Для простоты принято, что основными носителями драгоценных металлов являются пирит, арсениопирит и разновидности теллуридов, хотя исследования проводились на пробах концентратов, содержащих широкий круг упорных сульфидов.

#### Выщелачивание пирита – условия кислой среды



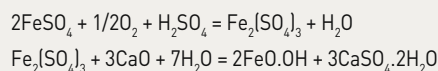
Первая реакция представляет собой основную реакцию выщелачивания пирита, однако условия выщелачивания можно задать в пользу второй реакции и, при необходимости, минимизировать потребление кислорода.

#### Выщелачивание арсениопирита – условия кислой среды

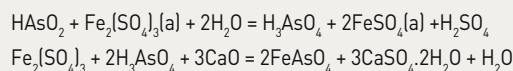


По завершении стадии выщелачивания железо и кислоту, образующиеся при окислительном выщелачивании, нейтрализуют известняком или известью перед цианированием нейтрализованного остатка. Основными реакциями нейтрализации являются:

#### Окисление двухвалентного железа и осаждение в форме гетита



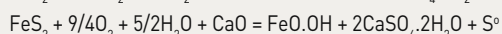
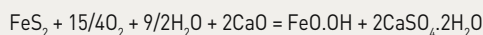
#### Окисление мышьяка и связывание в форме арсената железа



## Технология Альбион для упорного золота

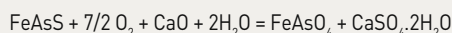
Там, где перерабатываемый концентрат не содержит значительных количеств мышьяка или извлекаемых цветных металлов, окислительное выщелачивание осуществляют в условиях щелочной среды при величине pH, поддерживаемой на уровне выше 4. Основными реакциями выщелачивания являются:

### Выщелачивание пирита – условия щелочной среды

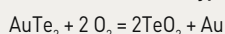


В условиях щелочной среды преобладающей является первая реакция.

### Выщелачивание арсенопирита – условия щелочной среды



### Выщелачивание теллуридов – условия щелочной среды



Фазы теллуридов и селенидов легко окисляются в условиях щелочной среды, имеющих место при выщелачивании по Технологии Альбион.

## Процесс выщелачивания в условиях щелочной среды

Выщелачивание по Технологии Альбион осуществляют при температурах более 70°C и при pH выше 4, так что преимущественным осадком железа является гетит. Образование гетита является наиболее желаемой формой осаждения железа при окислении пирита перед цианидным выщелачиванием. Гетит быстро осаждается и имеет тенденцию к образованию кристаллических агрегатов, что может привести к такой крупности остатка от выщелачивания, которая будет достигать величины на порядок выше, чем крупность тонкоизмельченного питания.

В схемах окислительного выщелачивания золота, которые осуществляют при более низких температурах, чем у Технологии Альбион, железо осаждается в форме остатков, содержащих значительное количество сульфата (ярозит или гидроксисульфаты железа) и элементарной серы. Эти сульфатсодержащие фазы приводят к высокому расходу цианида вследствие нестабильности фаз сульфата железа в щелочных цианистых растворах. Кроме того, имеет место химическая сорбция золота, и такие остатки обычно бывает трудно осадить. Однако гетит и ферригидрит чрезвычайно стабильны в щелочных цианистых растворах, и не будут растворяться с образованием комплексов цианида железа.

Поскольку выщелачивание осуществляется автотермически, то для поддержания температуры выщелачивания в области, где преимущественно образуется гетит, имеется значительное количество теплоты, высвобождающейся при окислении сульфидных минералов.

Концентрация сульфата в растворе поддерживается на уровне ниже 3000 ppm путем постоянного добавления щелочи на основе кальция (известь или известняк). Низкая концентрация сульфата в растворе обуславливает то, что количество сульфатов железа, присутствующих в остатке от выщелачивания, составляет менее 1% по весу. pH раствора все время поддерживается на уровне выше 4, обеспечивая концентрации трехвалентного железа на уровне ниже 0,1 г/л. Такой низкий фон железа обеспечивает осаждение железа в форме гетита. Осадки гетита можно подавать непосредственно на стадию цианидного выщелачивания.

На рисунках 2 и 3 показана предпочтительная рабочая область для щелочного выщелачивания по Технологии Альбион. Рабочая область щелочного выщелачивания отмечена зеленым цветом.

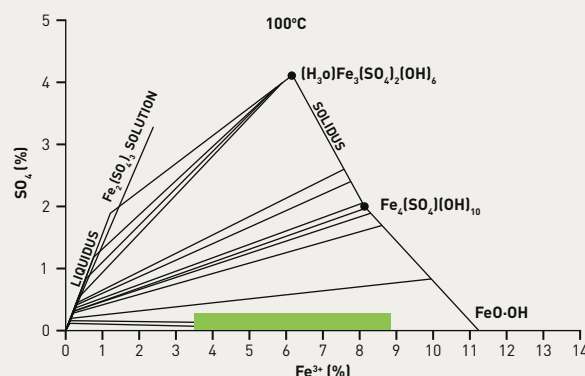


Рисунок 2: Рабочие pH и концентрации растворимого железа при щелочном выщелачивании по Технологии Альбион с преимущественным образованием гетита

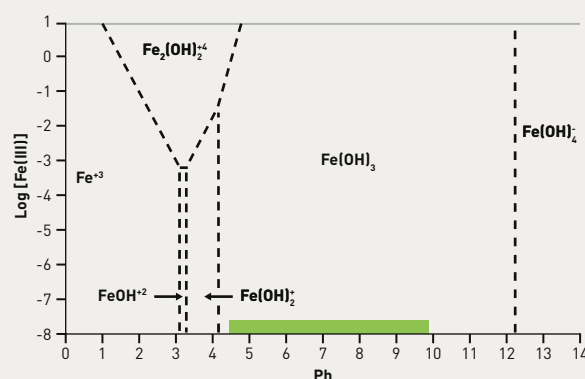


Рисунок 3: Фазовая диаграмма, показывающая фазу осадка железа, образующегося при щелочном выщелачивании по Технологии Альбион

## Отделение твердой фазы от жидкой и стабильность хвостов выщелачивания

Выщелачивание по Технологии Альбион обычно осуществляют при плотности пульпы 25 – 35 % по весу, в зависимости от уровня содержания сульфидов в концентрате. На выходе процесса выщелачивания по Технологии Альбион уровень pH поднимают до 8 - 10 в последнем чане окислительного выщелачивания с целью последующего подавления любых сульфатных фаз перед стадией цианидного выщелачивания. Таким образом, конечную пульпу можно подавать непосредственно на стадию цианирования без отделения твердой фазы от жидкой.

По завершении окислительного выщелачивания конечный остаток содержит преимущественно гетит и стабилен в отношении воздействия на окружающую среду, а любой мышьяк, который может быть высвобожден в щелоке, связан в твердой фазе в форме арсената железа.

За более подробной информацией по Технологии Альбион на русском языке обращайтесь:

Телефон +7 727 2634457

Эл. почта info-rus@albionprocess.com

Факс +7 727 2634457

Вебсайт www.albionprocess.com



ALBION PROCESS