

# МОДУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «АЛЬФА» ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА

О.Н.Новиков

[o22n04nov62@rambler.ru](mailto:o22n04nov62@rambler.ru)

Ключевые слова: **золото, ЗИФ, гидрометаллургия, гипохлорит, хлор, серебро.**

Технология извлечение **золота** цианистым способом, предусматривает использование вредного для человека и окружающей среды реагента, цианистого калия, который является ядом 2-го класса опасности кумулятивного действия. Даже ограниченные выбросы существенно сказываются на состоянии окружающей среды. Для нейтрализации цианистого калия используется гипохлорит кальция, гипохлорит натрия или перекись водорода. Поэтому возникают **хвостохранилища**, в которых накапливаются значительные количества трудноутилизируемого раствора (объем хранилищ миллионы кубических метров с соответствующей платой за хранение отходов). Это в какой-то мере решает проблему основных выбросов цианистого калия, но не решает проблему капельного уноса **цианида** и выброса в атмосферу.

Известно применение **гипохлорита** натрия и **хлора** для извлечения **золота**. Эти работы находятся в стадии экспериментов и укрупненных лабораторных испытаний. Проблема глубоко исследована, имеются публикации. Перейти к промышленному применению новой технологии поможет использование универсального комплекса «Альфа». Оборудование этого комплекса может использоваться для решения всех технических задач в технологии **хлорного извлечения золота**.

Одним из перспективных способов выделения **золота** может оказаться **кучное выщелачивание** с использованием комплекса «Альфа». Степень восстановления **золота** при электролизе составляет 98 - 99,3 %, удельный расход электроэнергии от 40 до 170 кВт\*ч на 1 кг восстановленного золота. Изучено **электролитическое выделение золота** из пульп гипохлорирования золотосодержащих концентратов различного состава.

Переход на **хлорную технологию** способствует значительному сокращению материальных, трудовых, энергетических затрат.

**Извлечение золота и серебра** комплексом «Альфа» осуществляется по технологии, предусматривающей отсутствие вредных выбросов в окружающую среду, а также воздух рабочей зоны.

Преимущественная область применения нижеизложенной технологической схемы - **извлечение золота, серебра и других металлов из руд с низким и средним содержанием восстанавливающих примесей, в процессах кучного выщелачивания** и при скважинной добыче золота подземным способом (степень извлечения от 86 до 99 %).

## Технологическая схема

Процесс **извлечения золота** осуществляется по многоступенчатой технологии: растворение - накопление - фильтрация - электроокисление - адсорбция - электролиз. Технологическая нитка состоит из следующих аппаратов:

- адсорбера,
- электрофлотатора,
- ионообменной колонны,

- электролизеров,
- накопительных емкостей,
- модулей для приготовления реагентов,
- вспомогательного оборудования.

В качестве реагентов хлорного **извлечения золота** используются малоопасные вещества:

- хлорид натрия (5 класс опасности),
- золотоизвлекатель (5 класс опасности),
- золотопоглотитель (4 класс опасности).

### Описание технологии

Мощность производства от 1,5 тонн/год и более, при энергозатратах - 4,2 кВт, площадь - не более 50 м<sup>2</sup>, затраты на реагенты - 50 коп/г золота. Перевод металлов (**Au, Ag** и др.) из **золотосодержащего сырья** в раствор происходит под действием гипохлорита натрия NaClO. При этом извлекается около 50 мг **золота** каждым литром гипохлорита натрия. Для более полного извлечения **золота** вводится золотоизвлекатель, который способствует смачиванию породы и ускоряет растворение **золота**, замедляет процессы переосаждения **золотана** примеси железа и сульфидных минералах. Процесс протекает на существующих лотках орошения золотоотвала. В щелочных растворах в окислительной среде железо пассивируется и остается в бурте. Сульфидные руды окисляются быстрее. Для руд с большим содержанием сульфидов и железа комплекс «Альфа» может быть использован в режиме безхлоридного окисления окисляющихся примесей (железа, сульфидных руд) путем подачи на бурт раствора с предварительной аэрацией электролита при электролизе. За счет подачи растворенного кислорода, кислородсодержащих соединений и окислительной среды окисляются сульфиды и железный скрап. Указанная среда обеспечивает окисление примесей без растворения **золота и серебра**.

Раствор с концентрацией **золота** около 50 мг/л самотеком сливается в приемную емкость, где предварительно отстаивается, и с помощью дренажного насоса подается в адсорбер. На фильтре в щелочной среде происходит отделение взвешенных веществ и тяжелых металлов, контактная коагуляция коллоидного железа. Далее раствор самотеком поступает в электрофлотатор, где недокоагулированные коллоидные металлы переходят во взвешенную форму и флотируются. Затем раствор, содержащий преимущественно хлоридные комплексы золота и серебра, идет на поглощение ионообменным фильтром. Анионные комплексы сорбируются анионитом.

С фильтра драгоценные металлы смываются золотопоглотителем.

При этом происходит изменение заряда. Анионные комплексы превращаются в катионные, за счет этого полностью элюируются с фильтра.

Катионные комплексы **золота и серебра** уже могут быть использованы для электроосаждения на катоде. Под действием электрического тока при отрицательном потенциале катода металлы выделяются на электроде в виде осадков.

Для осуществления процесса используют модуль регенерации в герметичном исполнении. Электродные потенциалы выделения золота и серебра при концентрации в элюате 1 моль/л равны -1,089 В и -1,788 В соответственно.

## Приготовление реагентов

### Приготовление раствора золотоизвлекателя

В емкости для смешения реагентов готовится водный раствор **золотоизвлекателя**. Приготовленный раствор золотоизвлекателя дозирующим насосом подается в емкость для смешения реагентов.

### Приготовление раствора гипохлорита натрия

Гипохлорит натрия получается в результате электролиза раствора хлорида натрия. Преимуществами прямого получения раствора гипохлорита натрия из хлористого натрия являются сравнительно низкие затраты, простота процесса, возможность использования технической неочищенной поваренной соли.

В аппарате для приготовления реагентов готовится насыщенный водный раствор хлорида натрия. Дозирующим насосом раствор перекачивается в емкость для смешения реагентов, где происходит объединение потоков растворов хлорида натрия и золотоизвлекателя. Затем этот раствор при помощи химического насоса вводится в электроореактор. Сюда же из накопительной емкости для регенерации идет отработанный раствор хлорида натрия. Образованный в электроореакторе раствор гипохлорита самотеком поступает в накопительную емкость, откуда посредством химического насоса подается на орошение золотосодержащего сырья.

### Приготовление раствора золотопоглотителя

В емкости для смешения реагентов готовится водный концентрированный раствор золотопоглотителя. Для ускорения процесса растворения аппарат снабжен нагревателями для подогрева воды для растворения. Растворяют золотопоглотителя при интенсивном перемешивании. Приготовленный концентрированный раствор золотопоглотителя химическим насосом поступает в аппарат, где доводится до необходимой концентрации. Затем дозирующим насосом подается в ионообменную колонну, выполненную в безнапорном варианте (модуль Альфа-7хс). Раствор золотопоглотителя регенерируют в процессе электролиза (используют режим электролиза в соответствии с НОУ-ХАУ). Регенерированный раствор используется повторно.

### Промывка адсорбера

Загрязненный сорбент адсорбера отмывается раствором гипохлорита натрия, который подается химическим насосом с подачей снизу-вверх в рекомендуемом производителем сорбента режиме. После промывки раствор с осадком самотеком сливается на бурт. Осадок на бурте уплотняется за счет фильтрации через породу.

## Утилизация хлора

Образующийся в результате электролиза в электролизере из хлоридных комплексов **золота и серебра** хлор подается в трубопровод перед электролизером. Тем самым исключается попадание хлора в воздух рабочей зоны и в окружающую среду. В трубопроводе находится щелочной раствор, который поглощает хлор.

Поддержание щелочной среды во всем комплексе является необходимым элементом экологичности производства, исключения газовых выбросов. Для **извлечения серебра** из отработанного фиксажа разработан вариант мобильной установки Alfa-Argentum. Производительность такой мини-установки до 70 дм<sup>3</sup> раствора в час, 500 г/день по **серебру**.

[Упрощённая методика анализа на серебро есть на нашем сайте. это несложно.](#)

Ключевые слова: золото, ЗИФ, гидрометаллургия, гипохлорит, хлор, серебро.

*Материалы, опубликованные на сайте защищены согласно закону об авторских правах Закон РФ от 9 июля 1993 г. N 5351-1 "Об авторском праве и смежных правах" (с изменениями от 19 июля 1995 г., 20 июля 2004 г.) и не могут быть использованы без разрешения автора.*