

УДК 622.7

А.Г. Секисов, В.П. Мязин, А.Ю. Лавров, В.Ю. Шкатов
ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
РЕАГЕНТОВ И СОРБЕНТОВ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО
СКВАЖИННОГО И КЮВЕТНО-КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Рассмотрены технологии активационного кюветного, кучного и скважинного выщелачивания золота из минерального сырья с позиций обеспечения возможности эффективного освоения техногенных минеральных образований и песков россыпей. В качестве активирующих воздействий рассматривается использование фотоэлектродиффузионных и электросорбционных процессов в пульпе и на сорбентах. Ключевые слова: фотоэлектродиффузионная подготовка, реагенты сорбенты, выщелачивание.

Запасы забалансовых золото-содержащих руд, глубокозалегающие россыпи золота, техногенные золотосодержащие отходы, к которым относятся, отвалы с минерализованной крупно фракционной горной массой, галечно-эфельные отвалы, хвостохранилища, в силу относительно малых концентраций драгметаллов, могут осваиваться преимущественно с использованием технологий, не требующих существенных капитальных вложений и эксплуатационных затрат. Такими технологиями являются кучное, кюветное, скважинное выщелачивание (или их комбинации), а в ряде случаев выемка (преимущественно селективная) с последующим обогащением гравитационным или комбинированным методами. Кучное выщелачивание является наиболее эффективным способом переработки техногенных образований и имеет определенные сложности только для объектов с высоким содержанием сульфидов и сырья, склонного к шламообразованию. В последнем случае широко применяется подготовка материала агло-

мерацией. Кучное выщелачивание золота из хвостов обогащения, как показали исследования зав. лаб. геотехнологии ЧФ ИГД СО РАН к.т.н. Ю.И. Рубцова, наиболее эффективно проводить в интенсивном фильтративном (поршневом) режиме с предварительным насыщением цианидного раствора чистым кислородом и использованием его при агломерации (с цементом и окисью кальция или гашеной известью).

Для исследования процессов кучного и подземного скважинного выщелачивания металлов в ЧФ ИГД СО РАН был смонтирован стенд, включающий две перколяционные пластиковые колонны, с дренажными сетками в их нижних, придонных частях и крышками в верхних, фотоэлектродиффузионный реактор (рис. 1), в котором продуцируется раствор, насыщенный активными формами кислорода и емкость для приготовления контрольного цианидного раствора, насыщаемого кислородом воздуха.

В колонны загружается мелкофракционная руда или агломерированные хвосты обогащения, орошае-



Рис. 1. Фотоэлектрохимический реактор

мые активным и контрольным раствором, соответственно. Фотоэлектрохимический лабораторный реактор (рис.1) представляет собой химически инертную пластиковую емкость с погруженными в нее электродами, над которыми установлена лампа ультрафиолетового излучения типа ДРТ-220. В реактор погружен диспергатор воздуха, который пластиковой трубкой соединен с компрессором. На стенде моделирования кучного выщелачивания были проведены сравнительные эксперименты по вариантам извлечения золота из агломерированных хвостов флотационного обогащения руд Новоширокинского месторождения с использованием цианидных растворов, насыщенных кислородом воздуха и растворов со сформированными предварительно (до ввода цианида натрия и щелочи) в них фото-

электрохимическим способом ион-радикальных кислородно-водородных ион-радикальных кластеров. Стендовые испытания показали явные преимущества фотоэлектрохимической схемы как с позиций кинетики процесса выщелачивания золота, так и с точки зрения его извлечения в рабочий раствор. Для исследования процессов скважинного активационного выщелачивания, в первую очередь из нижних слоев Балейского хвостохранилища (с общей мощностью отложений около 15 м) разработан стенд, включающий емкость для размещения руд или хвостов обогащения, трубы, перфорированные в призабойной части, моделирующие откачную и закачную скважины, погружные электроды (обеспечивающими синтез гипохлорита натрия), соединенные с блоком питания гидроизолированными проводами, трубы для подачи фотоактивированного раствора, аэролифт (эрлифт), погружной электросорбционный цилиндр.

Наряду с методом кучного и скважинного выщелачивания золота и меди из бедных и некондиционных руд используется и менее распространенный метод извлечения этих металлов - кюветного выщелачивания (vat leaching), в основном, малыми компаниями.

В частности, в южной части шт. Невада (округ Кларк, р-н г. Боулдер-Сити) золотосодержащую руду после мелкого дробления помещают в траншеи, поверхность которых покрывают специальной прочной полимерной пленкой и заливают щелочным раствором цианида натрия, насыщенным кислородом. При этом подача раствора осуществляется постепенно. Руда после завершения подачи раствора в большинстве случаев пе-

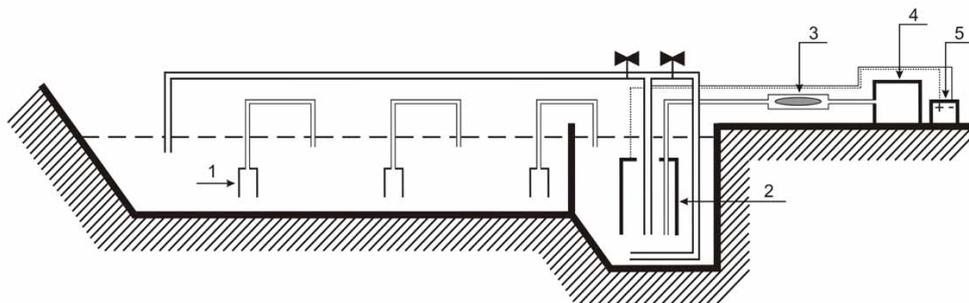


Рис. 2. Аппаратурно-технологическая схема активационного кюветного выщелачивания: 1 – аэролифт; 2 – аэролифт-электроактиватор; 3 – фотоактиватор воздуха; 4 – компрессор; 5 – блок питания

риодически закрывается пленкой. Некоторые предприниматели периодически откачивают раствор и донасыщают его кислородом воздуха компрессором. После выщелачивания золота раствор пропускается через дегазатор и контактный чан, где оно осаждается цинковым скрапом (цинковой пылью) или проходит через сорбционную колонну с углем.

В нашей стране, как и в ближнем зарубежье, известны только отдельные (не очень успешные) попытки использования этого метода выщелачивания, что в основном связано с отсутствием малых предприятий по добыче и переработке руд и техногенного минерального сырья, а также отсутствием информации о нем у старателей.

Кроме того, отсутствие эффективных результатов первых опытов использования кюветного выщелачивания также сдерживает его использование в РФ и странах СНГ.

Исходя из положительного опыта использования технологии активационного выщелачивания золота с 2-х стадийной сорбцией, в чановом варианте, нами предлагается следующий комплекс процессов, обеспечивающий повышение извлечения золота из техногенных образований, бедных

руд и россыпей для траншейного варианта (рис. 2).

Подготовка активного раствора в фотоэлектрохимическом реакторе или фотохимическая обработка воздуха и подача его в аэролифт, выполняющий функцию электролитической ячейки для первичной обработки мелкодробленой руды или хвостов обогащения, обеспечивающим ее активационное предокисление перед цианированием или гидрохлорированием. После цикла активационной обработки порция пульпы поступает в дальнюю часть траншеи где окисление протекает преимущественно в диффузионном режиме в объемах пленочной воды. Хлоридно-пероксидная схема базировалась на использовании в качестве исходного реагента раствора хлорида натрия, из которого путем электролиза и фотоэлектролиза (мембранного и безмембранного) готовился ряд окислителей и комплексобразователей (гипохлорит натрия, хлорноватистая кислота и др.) При этом предусматривалось окончание в двух вариантах – хлоридном (с подготовкой смолы в комбинированной хлор-форме) и цианидном с предварительной нейтрализацией остаточного активного хлора сульфитом натрия. Использование данной схемы предполагалось для кучно-кюветного ва-

рианта переработки хвостов сепарации и бедных руд. Комбинированная схема предусматривалась для подготовки к чановому выщелачиванию богатых руд и концентратов и включала в себя флотацию сульфидных и сульфоарсенидных минералов (пирита и арсенопирита) с получением флотоконцентрата, его предокисление в подготовленной

Н-катионированием воде и использованием пероксидно-сульфатного комплекса при рН 2,5-3, продуцируемого фотоэлектролизом. Собственно процесс выщелачивания, как и последующей электросорбции также осуществляется в циклическом режиме. При этом наиболее эффективен вариант 2-х стадийной сорбции: после первого цикла локального цианирования (или гидрохлорирования) и по завершению процесса. Сорбент первой стадии проходит регенерацию

с использованием раствора, полученного в фотоэлектрохимическом реакторе. При таком варианте кюветного выщелачивания суммарное извлечение золота составляет свыше 85 %.

Кюветное активационное выщелачивание может быть использовано и в комплексе с кучным выщелачиванием для переработки продуктивного материала с относительно широким диапазоном крупности (например, пески россыпей, алевриты). Авторами были проведены лабораторные исследования фотоэлектрохимического кюветного выщелачивания золота из лежалых хвостов обогащения Дарасунской фабрики и магнетитовых шлихов Баунтовского узла по хлоридно пероксидной схеме. В обоих случаях было достигнуто достаточно высокое (более 85 %) извлечение золота в жидкую фазу и на сорбент. **ТАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Секисов А.Г. – доктор технических наук, Читинский филиал ИГД СО РАН, sekisovag@mail.ru

Мязин В.П. – доктор технических наук, профессор, Читинский филиал ИГД СО РАН, ЧитГУ, myazinvpchita@mail.ru

Лавров А.Ю. – кандидат технических наук, профессор, Читинский филиал ИГД СО РАН, ЧитГУ, lavrov_2002@mail.ru

Шкатов В.Ю. – кандидат технических наук, e-mail: shkatovvu@mail.ru, Читинский филиал ИГД СО РАН, ЧитГУ,

