

**А.Г. Секисов, Ю.И. Рубцов, А.Ю. Лавров,
Г.Ю. Попова, Ю.С. Шевченко**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО КУЧНОГО
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ РУДНОЙ МАССЫ
ОТРАБОТАННЫХ ШТАБЕЛЕЙ КВ И УПОРНЫХ РУД
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПОГРОМНОЕ»**

Дан минералогический анализ руд и рудной массы отработанных штабелей КВ месторождения «Погромное». Предложено использование комбинированной электрохимической и фотохимической обработки растворов для извлечения дисперсных и инкапсулированных форм золота. Показан механизм обработки растворов. Представлены результаты выщелачивания золота из руд месторождения «Погромное».

Ключевые слова: выщелачивание золота, отработанные штабели КВ, фотоэлектрохимическая активация растворов, дисперсное золото.

В настоящее время на золото-добывающих предприятиях, использующих кучное выщелачивание, накопилось достаточно большое количество рудного материала в отработанных штабелях с относительно высоким содержанием золота. Проблема его доизвлечения заключается в том, что оно представлено преимущественно дисперсными и инкапсулированными формами нахождения. В связи с этим, становятся актуальными исследования путей извлечения этих форм золота из рудной массы с использованием компонентов растворов, обеспечивающих трансформацию структуры кристаллических решеток содержащих их минералов без использования повышенных температуры и давления. По мнению авторов одним из наиболее практических решений проблемы является использование комбинированной электрохимической и фотохимической обработки растворов, обеспечивающих в них формирование таких высокоактивных соединений как перекись водорода, ее димеры и триме-

ры, гидроксил-радикал и др. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по использованию активированных растворов по извлечению и доизвлечению золота соответственно из упорных руд месторождения «Погромное» и соответствующей рудной массы отработанных штабелей КВ. Месторождения Погромное, представлено малосульфидными золотосодержащими метасоматитами переменного минерального состава с преобладанием в нем кварца, серецита, карбонатов. Сульфидные минералы представлены в основном пиритом. Из других рудных минералов золоносность проявляет арсенопирит, еще менее распространенный чем сульфиды. Доля высвобождаемого при измельчении руды (условно свободного) золота крупностью до 1 мм составляет 60–70%, золота в сростках 15–20%, дисперсного и инкапсулированного золота в алюмосиликатных, силикатных и в меньшей степени в сульфидных минералах – до 15% (остальное-золото покрытое пленками). В связи с

малыми размерами золотин, наличием в рудах минералов, склонных к поглощению воды с выраженным гидратационным эффектом, обуславливающим коагуляцию выщелачиваемого материала и каналированное движение потока реагента, извлечение золота из мелкодробленой агломерированной руды месторождения «Погромное» при кучном выщелачивании не превышает 50%. Повышение извлечения золота при переработке таких руд может быть обеспечено снижением крупности дробления с отдельной агломерацией мелких классов, но относительно низкие его содержания (до 1,5 г/т), не позволяют осуществить такое решение по экономическим соображениям. Другим возможным вариантом решения проблемы повышения извлечения золота из таких руд при КВ является использование активированных растворов, содержащих компоненты, способные проникать вглубь кристаллической решетки минералов, обеспечивая при взаимодействии с атомами катионообразующих элементов (железа, алюминия, магния и др.) их ионизацию, передислокацию и/или окисление кислородом. Соответственно, в кристаллической решетке минералов, с инкапсулированным и дисперсным золотом, развивается система дополнительных микротрещин и пор и обеспечивается доступ к нему окисляющих и комплексообразующих компонентов выщелачивающих растворов.

В реальной кристаллической решетке любого минерала всегда имеют место не только видимые в микроскоп, но и скрытые- точечные дефекты (вакансии, структуры внедрения и т.д.), что обеспечивает возможность тунелирования через ее междоузлия частиц малого ионного (атомарного, молекулярного) радиуса: протонов, отрицательно заряженных ионов водорода, их связанных пар, гидроксил-ионов и гидроксил-радикалов. Есте-

ственно, что при этом перечисленные частицы должны иметь соответствующую энергию, что может быть обеспечено обработкой содержащего их раствора определенными физическими полями и и/или излучениями.

Диффундирующие в кристаллическую решетку минералов-концентраторов золота активные катионы водорода (протоны) и его анионы, гидроксил-ионы, гидроксил-радикалы, ионизированные молекулы воды (в частности за счет присоединения к ним электрона или его потери), могут разрывать как связи между атомами катионообразующих элементов и кремне-кислородным каркасом так и внутренние и «внешние» связи в кластерах золота (моноэлементные и с другими минералообразующими элементами и элементами-примесями). Такая иницированная декластеризация, происходящая внутри кристаллической решетки, сопровождается передислокацией высвобождающихся атомов как катионообразующих элементов (что приводит к появлению в ней дополнительных микротрещин и пор), так и золота. Появившиеся микротрещины и поры постепенно за счет капиллярного эффекта заполняются водой (или выщелачивающим раствором). «Свободные» атомы или ионы золота, а также его гидроксидные $\text{Au}(\text{OH})$ или гидридные AuH метастабильные комплексы, получают возможность дискретно передислоцироваться из глубины кристаллических решеток минералов-носителей к поверхностям первичных и вновь образованных микротрещин и пор кристалла минерала-носителя. При этом они вступают во взаимодействие с окисляющими и комплексообразующими компонентами выщелачивающего раствора и, следовательно, переходят в водную фазу.

Для формирования активных растворов, содержащих компоненты, способные к проникновению в кристал-

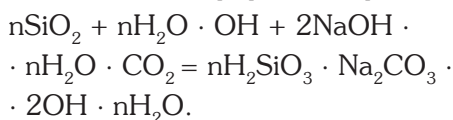
лическую решетку минералов, окислению основных минералообразующих или трансформируют решетку силикатных и алюмосиликатных минералов (с образованием относительно хорошо проницаемых гелеобразных участков поликремниевых кислот $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$) в ИГД СО РАН на базе исследований МГРИ-РГГРУ и был разработан фотоэлектрохимический способ подготовки выщелачивающих растворов.

Известно, что при электрохимической обработке водных растворов в них в результате электродиссоциации молекул воды осуществляется образование протонов H^+ (ионов гидроксония H_3O^+ и гидроксил-ионов OH^- , разряде гидроксил-ионов на аноде-, метастабильной перекиси водорода. В предлагаемом способе, за счет параллельной (электрической обработке) или последовательно (за ней) фотохимической обработки в растворе образуются более реакционноспособные соединения: гидроксил-радикалы, гидроксил-ионрадикалы $\text{OH}^\cdot$, активные ион-радикальные кластеры ($\text{H}^+ \cdot n\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HO}^\cdot \cdot m\text{H}_2\text{O}$). Кроме того, появляются метастабильные анионы водорода (H^-), периодически обособляющиеся от гидроксил-ионов или гидроксил-ионрадикалов, вследствие их фотодиссоциации ($\text{OH}^\cdot = \text{O} + \text{H}^\cdot$, $\text{OH}^\cdot = \text{O}^\cdot + \text{H}^\cdot$).

В водных растворах на короткое время (порядка 10^{-12} с и менее) могут возникать плазменные кластеры – ионизированные водные комплексы $n(\text{H}^+ \cdot \text{H}^\cdot \cdot \text{O}^\cdot) = n(\text{H}^+ 2\text{e}^- \cdot \text{H}^\cdot) \cdot n\text{O}^\cdot$, в составе метастабильных кластеризованных активных групп молекул воды $\text{H}^+ \cdot \text{H}^\cdot \cdot \text{O}^\cdot \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Концентрация таких плазменных комплексов, инициирующих химические реакции между компонентами раствора и атомами кристаллической решетки минералов, может быть увеличена путем формирования в воде свободных радикалов и ион-радикалов.

В гетерогенной системе на контакте твердой фазы с жидкой, включающей комплексы с плазменными кластерами, последние могут дегидратировать, т.е. за счет разрыва метастабильных связей генерировать ионные пары $\text{H}^+ \cdot \text{H}^\cdot$, активный атомарный кислород и активные молекулы воды, поэтому массообменные и электроннообменные процессы в области двойного электрического слоя (ДЭС) на границе твердое-жидкое существенно ускоряются. Кроме того, ионные пары $\text{H}^+ \cdot \text{H}^\cdot$, как связанные образования, могут проникать в кристаллическую решетку минералов, вызывая в ней процессы передислокации примесных атомов, в том числе золота. Такие же структурные трансформации внутри кристаллической решетки минералов могут осуществлять и отделившиеся от них в результате поляризации при прохождении через двойной электрический слой (ДЭС) ионы H^+ и $\text{H}^\cdot$.

При этом в отдельных ее участках образуются поликремниевые гелеобразные комплексы $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. Соответственно, будучи аморфными образованиями, такие участки становятся более проницаемы для компонентов выщелачивающих растворов, обеспечивающих процессы окисления атомов дисперсного золота и процессы комплексообразования с их участием. Интенсивное образование поликремниевых кислот возможно при взаимодействии оксида кремния с водной средой, содержащей гидроксид натрия и углекислый газ, причем этот процесс интенсифицируется присутствием активных форм кислорода:



Для формирования такой активной среды, в фотоэлектрохимическом реакторе (рис. 1) готовится водно-газовая суспензия.

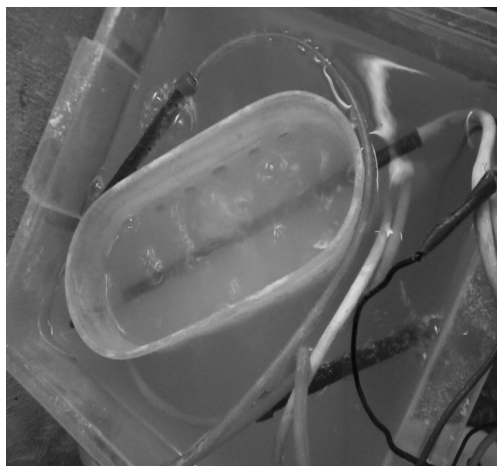


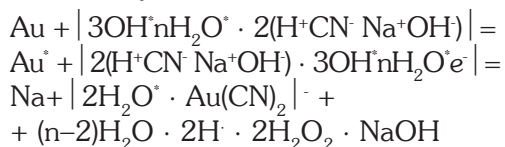
Рис. 1. Фотоэлектрохимический реактор

Растворение исходных компонентов в воде на первом этапе осуществляется путем барботаж их смеси воздухом с последующим электролизом, после завершения которого полученную водно-газовую облучают УФ-светом в диапазоне длин электромагнитных волн 180–250 нанометров, получая в газовой фазе активные аллотропные формы кислорода – O^* , O_3 и/или хлора Cl^* и его(их) соединения с водородом, а также сложные окислы углерода: CO_2 , $C_2O_4^*$ и/или хлора ClO . Полученную суспензию используют для подготовки золотосодержащей минеральной массы к выщелачиванию. При этом минеральную массу агломерируют (окомковывают) с использованием активных растворов укладывают в штабели или помещают в емкости, в том числе в кюветы, и выдерживают паузу для осуществления диффузионного окисления и выщелачивания. При этом за счет рассмотренных выше процессов обеспечивается повышение проницаемости частиц золотосодержащего кварца-халцедона, а также интенсивное выщелачивание железа и окисление серы. При обработке полученными растворами в рудной массе протекают следующие процессы.

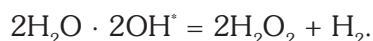
На первой стадии осуществляется пенетрационное проникновение концентрированных цианидных растворов в микротрещины и поры минералов, соответственно начальное выщелачивание золота реализуется в диффузионном режиме с накоплением образующихся золото-цианидных комплексов в пленочной воде.

Окончательное выщелачивание золота происходит на второй стадии в диффузионно-гидродинамическом режиме, при инфильтрационном или фильтрационном вариантах движения потока реагента.

Выщелачивание золота, в сформированной таким образом реагентной среде, будет происходить в результате комплексобразующей реакции его атомов с водно-гидроксидно-цианидными кластерами. Т.к. известно, что атомы золота, являющегося комплексобразующим элементом, формируют устойчивые сверхвалентные связи с несколькими лигандами, то допустимо предположить, что такая реакция осуществляется не путем последовательного присоединения к ним анионов или нейтральных молекул (в случае с тиокарбамидом), а по кластерному «механизму», т.е. одноактно:

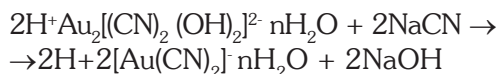
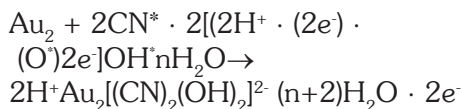


Образование активного кластера воды в предлагаемом варианте реакции цианирования объясняет появление при растворении золота в цианидном растворе перекиси водорода (по теории цианирования Бодландера) и водорода (по теории Джанина):



Образование радикалов CN^* при взаимодействии анионной формы этого комплекса с протоном, при наличии в растворе гидроксил-радикалов, мо-

жет обеспечивать реализацию ступенчатой реакции растворения золота с формированием на первом этапе его гидроксидно-цианидного кластера



Эффективность фотоэлектрохимической обработки водных растворов, обеспечивающая синтез в них активных соединений водорода и кислорода и ионных пар, была подтверждена в многочисленных экспериментах, имеющих как научный, так и прикладной характер. В первом случае она определялась изменением окислительно-восстановительного потенциала, изменения электропроводимости растворов и ее динамики, во втором – повышением извлечения в растворы и на сорбенты промышленно ценных компонентов из руд. Исследования возможности применения фотоэлектрохимического способа выщелачивания из руд месторождения. «Погромное» проводились по взаимной договоренности заинтересованных сторон: ИГД СО РАН и ЗАО Нордголд. На первом этапе Читинскому филиалу ИГД СО РАН в конце 2013 г. ЗАО «Апрелково» была предоставлена проба руды текущей добычи и материал отработанного штабеля. Проба была усреднена и разделена на 3 навески по 3 кг.

Окомкование руды (класс – 10 мм) осуществлялось с использованием активной суспензии, полученной в фотоэлектрохимическом реакторе, цемента и окиси кальция. Окомкованная масса загружалась в лабораторные перколяторы – 3 колонны диаметром 40 мм и выдерживалась в них в течение 3-х суток для реализации процесса диффузионного окисления минералов, содержащих дисперсное золото и укреплении

окатышей. Водный раствор (свежий) цианида натрия вводился в активную суспензию и полученная раствор подавался капельно на агломерированную руду (после ее выстаивания) из расчета его удельного расхода 0,3 г NaCN на 1 кг руды (по предварительному согласованию с руководством предприятия) равному удельному расходу цианида, принятому в соответствие с тех регламентом для контрольной пробы. Циклы орошения активным пероксидно-карбонатным суспензированным раствором и раствором, содержащим По 1-й контрольной, классической схеме цианидный раствор используемый на стадии агломерации, готовился на основе водопроводной воды. По 2-й контрольной, классической схеме, цианидный раствор не использовался на стадии агломерации, осуществляемой на основе водопроводной воды. Раствор для последующего орошения по этой на основе водопроводной воды, насыщенной чистым кислородом из баллона. Орошение производилось круглосуточно, как в экспериментальной, так и в контрольной схеме соответствующими растворами продолжается 12 суток (общее время выщелачивания 3 + 12 = 15 суток). Орошение контрольных проб руды осуществлялось после их выстаивания в колоннах на 4-е сутки также водными цианидными растворами, но меньшей концентрации (накислороженным и не накислороженным). Активный цианидный раствор, используемый для орошения экспериментальной навески руды после агломерации и выстаивания, готовился на месте, непосредственно перед использованием, на базе водно-газовой суспензии, подготовленной в фотоэлектрохимическом реакторе. На 4-е сутки после выстаивания осуществляется орошение экспериментальной агломерированной пробы руды свежеприготовленным раствором активным цианида. Как видно из приведенных

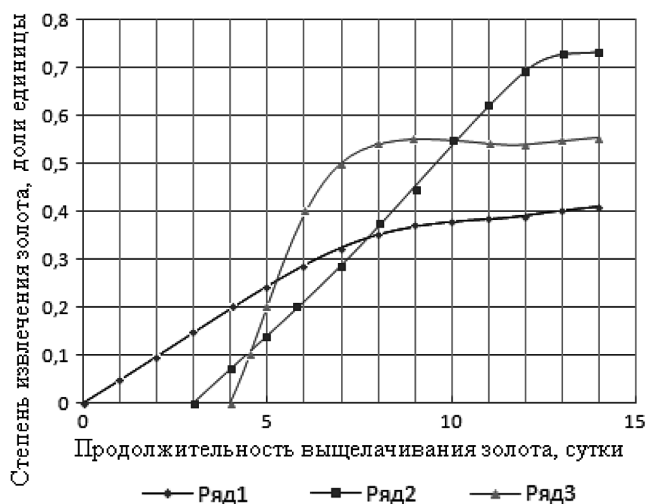


Рис. 2. Кинетика выщелачивания золота из руд месторождения «Погромное»: ряд 1 – контрольная классическая схема КВ, ряд 2 – экспериментальная фотоэлектрохимическая схема КВ, ряд 3 – контрольная схема КВ с использованием х.ч. кислорода



Рис. 3. Агломерированная руда в перколяторе

графиков, первоначально содержание золота в продуктивном растворе из 1-й контрольной колонны было относительно значительно, поскольку процесс его выщелачивания начался с момента агломерации 1-й навески с вводом цианидов. Содержание золота в продуктивном растворе из 2-й контрольной колонны после пропускания через нее цианидного накислороженного раствора росло значительно интенсивней, быстро достигнув значения, равного по первой контрольной

колонне и далее значительно опережая ее. Содержание золота в продуктивном растворе в первых сливах экспериментальной колонны первоначально было незначительным, поскольку активные компоненты выщелачивающего раствора взаимодействовали с атомами элементов матриц силикатных и алюмосиликатных минералов. Затем, вследствие изменения структуры минеральных матриц, дисперсное золото взаимодействуя с проницающими в них цианидными комплексами переходит в жидкую фазу. Результаты исследований обобщены на рис. 2 в форме соответствующих графиков.

Из материала отработанного штабеля по такой же экспериментальной схеме было доизвлечено 58% золота.

Далее по общему решению с представителями компании Нордголд, эксперименты были продолжены непосредственно на предприятии (ООО «Рудник Апрельково»), где при перколяционном выщелачивании сравнивались только 2 схе-

мы: стандартная цианидная с параметрами, соответствующими принятому техрегламенту и экспериментальная фотоэлектрохимическая.

Отобранная сотрудниками ЗАО рудник «Апрелково» проба руды была усреднена и отквартована (разделена) на четыре навески весом по 70 кг. В одну из колонн была загружена агломерированная (с добавкой цемента, окиси кальция и водного раствора цианида натрия контрольная навеска), во вторую – навеска, агломерирован-

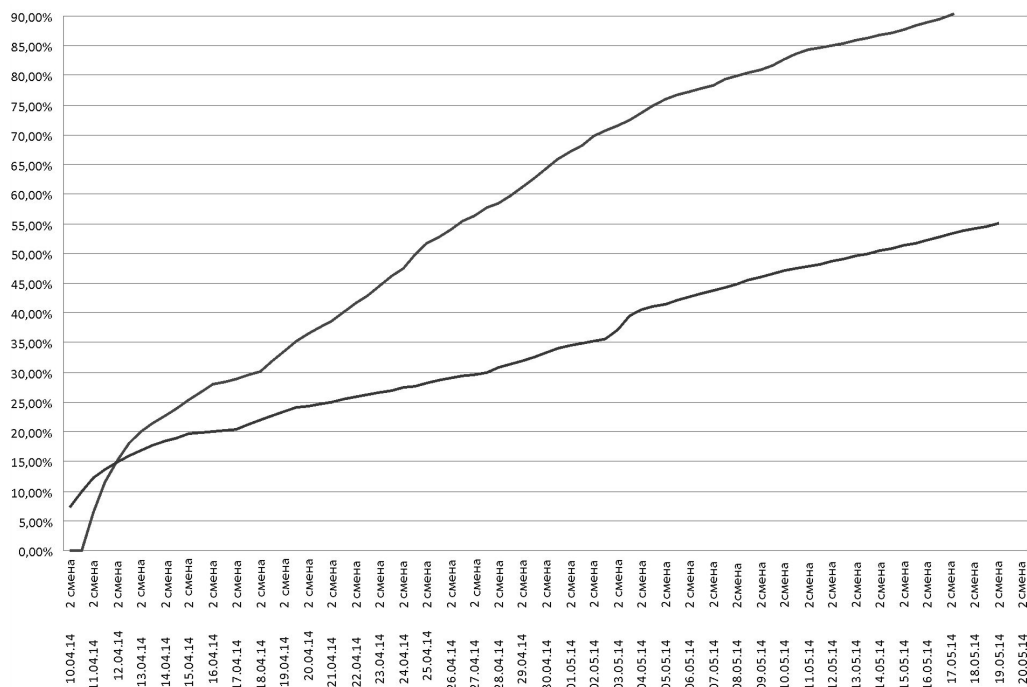


Рис. 4. Динамика извлечения золота в раствор (контрольная и экспериментальная схемы)

ная с добавкой цемента и активного пероксидно-карбонатного раствора из фотоэлектрохимического реактора, подготовленного в лаборатории Читинского филиала ИГД СО РАН автором. После агломерации в механическом агломераторе навески выдерживались в течение 3-х суток в колоннах (рис. 3). Далее в колонны в капельном режиме подавался раствор цианида натрия. Выпущенные из них продуктивные растворы собирались в приемной емкости и передавались на анализ в лабораторию ЗАО Апрельково.

Отбор, проб, проведение анализов жидкой и твердой фаз, расчеты проводились инженерами ЗАО «Апрельково». Результаты испытаний представлены на графике (рис. 4), из которого видно, что извлечение золота в растворы по экспериментальной схеме существенно выше чем в контрольные (свыше 80% против 55% по данным

анализов жидкой фазы). По данным анализов твердой фазы извлечение по экспериментальной схеме составило 83%, по контрольной – 43%).

После совместного обсуждения этих результатов с ведущими специали-



Рис. 5. Фото перколяторов, изготовленных на руднике ЗАО «Апрельково»

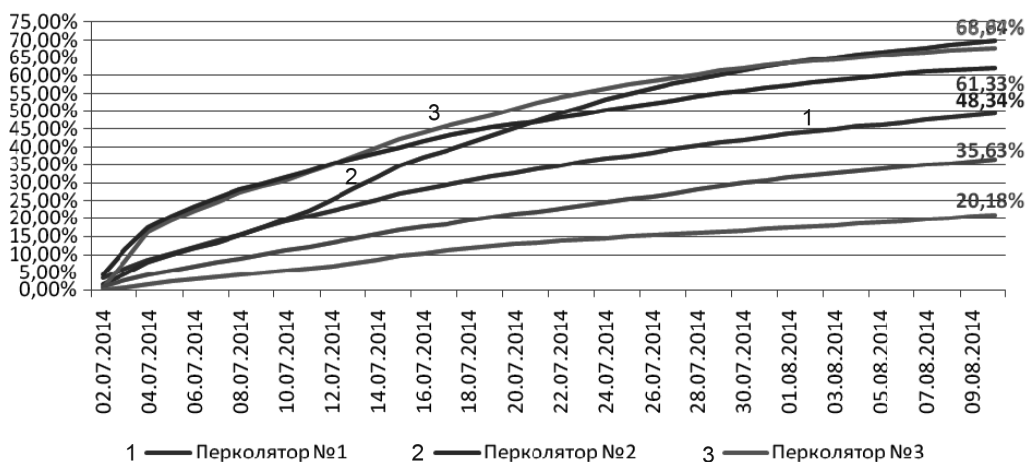


Рис. 6. Динамика извлечения золота в раствор по различным схемам: перколяторы 2, 3 – экспериментальные, 1 – контрольный

стами и консультантом ЗАО Нордголд, ими было принято решение провести испытания технологии фотоэлектрoактивациoнного кучного выщелачивания непосредственно на руднике Апрельково в перколяторах большого диаметра. В соответствии с принятым решением была разработана программа проведения испытаний технологии непосредственно на предприятии (ЗАО рудник «Апрельково»).

Исследования, проведенные на руднике «Апрельково» в период 02.07.2014–10.08.2014, осуществлялись работниками предприятия с участием научных сотрудников Читинского филиала ИГД СО РАН (г. Новосибирск) по

согласованию с руководством ООО «Нордголд». Для проведения эксперимента в перколяторы, изготовленные на предприятии (рис. 5), были загружены 4 навески по 100 кг, выделенные из усредненной крупнообъемной пробы руды текущей добычи. Все навески перед загрузкой были сагglomerированы с использованием цианидных растворов, причем 1 и 4-й перколяторы использовались как контрольные. При этом во второй контрольной схеме использовался дополнительный окислитель-перекись водорода.

Руда, загружаемая в экспериментальные колонны, делилась на 2 части, одна из которых обрабатывалась

Извлечения золота по различным технологическим схемам

	Технологическая схема	Извлечение, %		
		из твердой фазы	в жидкую фазу (раствор)	на сорбент (акт. уголь)
1	Контрольная (принятая на предприятии)	52	49,56	36,2
2	Фотоэлектрoхимическая с раздельной подачей реактивированных растворов	80	69,99	85,7
3	Фотоэлектрoхимическая с общей подачей реактивированных растворов	77	67,70	56,6
4	Перекисно-цианидная	73	61,93	44,5

цианидным раствором концентрации 1 г/л (как и контрольные навески), вторая – активным водным раствором, подготовленным в фотоэлектрохимическом реакторе, переданном во временное пользование предприятию.

После этого агломерированные части руды перемешивались в агломераторе и усредненная масса засыпалась в колонны № 2, 3. После выстаивания в перколяторах (для формирования твердых окатышей и реализации диффузионного режима выщелачивания и окисления), в них подавались цианидные растворы равной концентрации, в экспериментальные – приготовленные на базе активного водного раствора из фотоэлектрохимического реактора. Выпускаемые из экспериментальных перколяторов продуктивные растворы пропускались через емкости с активированным углем и, после сорбции из них золота, полученные маточные растворы направлялись на реактивацию. Маточный раствор перколятора 2 барботировался воздухом для насыщения кислородом, и в реакторе осуществлялся его электролиз (для формирования в нем активных гидратированных комплексов) без облучения лампой. При этом во 2-й перколятор помимо реактивированного оборотного раствора капельно добавлялся свежий активный раствор из реактора, прошедший фотоэлектрохимическую обработку (со-

отношение подачи этих растворов выдерживалось как 10:1), Маточный раствор перколятора помимо барботажного воздуха в реакторе подвергался электролизу (для формирования в нем активных гидратированных комплексов) без облучения лампой. После чего в него непосредственно добавлялся свежий активный раствор из реактора, прошедший полную фотоэлектрохимическую обработку (соотношение подачи этих растворов выдерживалось как 10:1). Растворы доукреплялись цианидом натрия и кондиционировались щелочью до достижения $pH = 10,5$.

Эксперименты по выщелачиванию дисперсного золота активными растворами 3-го этапа, проведенные в рассмотренной выше последовательности, по данным анализов, выполненных на руднике Апрельково, показали, что почти за 40 суток было извлечено более 67% и 69% (соответственно перколяторы 2, 3), в то время как из контрольной № 1 – 50% № 2 – 62% (см. график рис. 6)

Данные анализов по емкости сорбент (угля) и твердых хвостов также подтвердили преимущества экспериментальных схем (см. таблицу). Поскольку по всем 3-м параметрам наилучшие показатели достигнуты по 2-й схеме, то она рекомендуется для проведения опытно-промышленных испытаний.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Секисов Артур Геннадьевич – доктор технических наук, заместитель директора по научной работе ИГД СО РАН, директор Читинского филиала ИГД СО РАН на базе ЗабГУ, e-mail: sekisovag@mail.ru,

Рубцов Юрий Иванович¹ – зав. лабораторией, e-mail: kafedra.bjd@mail.ru,

Лавров Александр Юрьевич² – кандидат технических наук, доцент, декан факультета экономики и управления, e-mail: lavrov_2002@mail.ru,

Попова Галина Юрьевна² – кандидат технических наук, зав. кафедрой, e-mail: galina.1965@inbox.ru,

Шевченко Юрий Степанович¹ – докторант, e-mail: geoxxi@mail.ru,

¹ Читинский филиал ИГД СО РАН на базе ЗабГУ,

² Забайкальский государственный университет.

1. Зыков Н.В., Секисов А.Г., Павлов П.М., Рубцов Ю.И., Лавров А.Ю., Манзырев Д.В. Особенности освоения эфельных отвалов Забайкалья как техногенных источников получения золота // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 6. – С. 299–300.

2. Секисов А.Г., Лавров А.Ю., Манзырев Д.В. Перспективные способы выщелачивания золота из техногенных образований Забайкалья с использованием фотоэлектрохимических процессов // Вестник Читинского государственного университета. – 2011. – № 2.

3. Лавров А.Ю. Кюветное, кучное и скважинное выщелачивание золота из техногенных минеральных образований и песков россыпей Забайкалья с использованием фотоэлектрохимических и электросорбционных процессов // Вестник Читинского государственного университета. – 2013. – № 1.

4. Лавров А.Ю. Повышение эффективности освоения рудных месторождений на

основе использования инновационных геотехнологий с фотоэлектрохимической активацией компонентов технологических систем // Вестник Читинского государственного университета. – 2013. – № 2.

5. Секисов А.Г., Рубцов Ю.И., Резник Ю.Н., Лавров А.Ю., Конарева Т.Г. Кучное и кюветное выщелачивание дисперсного золота из техногенного минерального сырья с использованием активированных рабочих растворов при агломерации / Материалы конференции с участием иностранных ученых «Фундаментальные проблемы формирования техногенной среды». – Новосибирск: ИГД ДВО РАН, 2012. – С. 302–306.

6. Секисов А.Г., Рубцов Ю.И., Лавров А.Ю., Манзырев Д.В. Кучное и кучно-кюветное выщелачивание золота с использованием фотоэлектроактивированных растворов // Золотодобывающая промышленность. – 2013. – № 1. – С. 18–26. **ГИАС**

UDC 622.34

ANALYSIS OF PHOTOELECTROCHEMICAL GOLD HEAP LEACHING FROM ORE MASS OF USED LEACH HEAPS AND REFRACTORY ORES OF POGROMNOE DEPOSIT

Sekisov A.G., Doctor of Technical Sciences, Deputy Director on Scientific Work, Institute of Mining of SB RAS; Director of Chita Branch of Institute of Mining of SB RAS on the basis of Transbaikalian State University, e-mail: sekisovag@mail.ru, Rubtsov Yu.I.¹, Head of Laboratory, e-mail: kafedra.bjd@mail.ru, Lavrov A.Yu.², Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: lavrov_2002@mail.ru, Popova G.Yu.², Candidate of Technical Sciences, Head of Chair, e-mail: galina.1965@inbox.ru, Shevchenko Yu.S.¹, Doctoral Candidate, e-mail: geoxxi@mail.ru,
¹ Chita Branch of Institute of Mining of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences on the basis of Transbaikalian State University, Chita, Russia,
² Transbaikalian State University, 672039, Chita, Russia.

The article covers mineralogical analysis of ores and ore mass of used leach heaps of Pogromnoe deposit. The author introduces the idea of combined electrochemical and photochemical treatment of solutions to recover dispersive and encapsulated gold forms. The article also shows the mechanism and describes results of gold leaching from Pogromnoe deposit ores.

Key words: gold leaching, used leach heaps, electrochemical treatment of solutions, dispersive gold.

REFERENCES

1. Zykov N.V., Sekisov A.G., Pavlov P.M., Rubtsov Yu.I., Lavrov A.Yu., Manzyrev D.V. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2008, no 6, pp. 299–300.
2. Sekisov A.G., Lavrov A.Yu., Manzyrev D.V. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011, no 2.
3. Lavrov A.Yu. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013, no 1.
4. Lavrov A.Yu. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013, no 2.
5. Sekisov A.G., Rubtsov Yu.I., Reznik Yu.N., Lavrov A.Yu., Konareva T.G. *Materialy konferentsii s uchastiem inostrannykh uchenykh «Fundamental'nye problemy formirovaniya tekhnogennoi sredy»* (Materials of the conference with participation of foreign scientists «Fundamental problems of formation of technogenic environment»). Novosibirsk, IGD DVO RAN, 2012, pp. 302–306.
6. Sekisov A.G., Rubtsov Yu.I., Lavrov A.Yu., Manzyrev D.V. *Zolotodobyvayushchaya promyshlennost'*. 2013, no 1, pp. 18–26.