

УДК 25.00.11
DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-8-29-38

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРУЧИНИНСКОГО
РОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF THE
KRUCHININSKY PLACER AS A BASIS FOR GOLD RECOVERY
TECHNOLOGY DEVELOPMENT



А. Г. Секисов,
Забайкальский
государственный
университет, г. Чита
sekisovag@mail.ru

*A. Sekisov,
Transbaikal State University,
Chita*



А. И. Трубачев,
Забайкальский
государственный
университет, г. Чита
geoxxi@mail.ru

*A. Trubachev,
Transbaikal State University,
Chita*



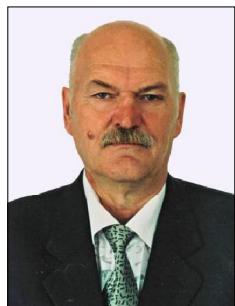
В. С. Салихов,
Забайкальский
государственный
университет, г. Чита
salihovvs41@inbox.ru

*V. Salikhov,
Transbaikal State University,
Chita*



А. Ю. Лавров,
Забайкальский
государственный
университет, г. Чита
lavrov_2002@mail.ru

*A. Lavrov,
Transbaikal State University,
Chita*



Ю. И. Рубцов,
Забайкальский
государственный
университет, г. Чита
jzi.rubtsov@yandex.ru

*Yu. Rubtsov,
Transbaikal State University,
Chita*



Ю. С. Шевченко,
Читинский филиал
Института горного дела
СО РАН, г. Чита
leshii.ru@list.ru

*Yu. Shevchenko,
Chita branch of the Institute of
Mining of the Siberian Branch of
the Russian Academy of Sciences,
Chita*

Актуальность темы обусловлена необходимостью продолжения добывчих работ на старейшем месторождении за счет выявления и извлечения новых форм золота.

Использованы следующие методы исследования: полевые наблюдения на месторождении, отбор проб из различных типов россыпей, обработка проб фотоэлектроактивированными растворами, выявление золота «специальным пробирным анализом», химический, атомно-абсорбционный и пробирный анализы.

Определены основные геолого-минералогические особенности месторождения: параметры, морфологи-го-генетические типы россыпей, geoхимические ассоциации элементов, морфология и распределение золота, формы его нахождения. Установлено, что в россыпях кроме «видимого» золота (мелкого, микроскопического) присутствуют «невидимые» его формы, на долю которых на месторождениях Дальнего Востока приходится 30...60 % всех запасов. Выявлены наночастицы золота в лимоните, самородных металлах (Ag, Cu, Pb, Fe), в каолините. С помощью «специального пробирного анализа» доказано присутствие дисперсного золота в песках и отходах месторождения.

По результатам аналитических работ установлено, что во фракциях крупнее + 0,5 мм дисперсное золото присутствует в непромышленных концентрациях (менее 0,1 г/т), а во фракциях диапазона 0,25 мм, представленных преимущественно мелкими частицами ожелезненного кварца и хальцедона и глинисто-илистыми частицами, содержание золота составляло 0,25...4,7 г/т. Доказано наличие дисперсного золота в песках россыпи на всех участках Кручининского месторождения. Предложена новая геотехнология извлечения золота, заключающаяся в использовании скважинного выщелачивания с применением высокоактивированных растворов, закачиваемых в продуктивные пласти по системе закачных/откачных скважин и последующей сорбции золота на сорбенты.

Данная методика выявления золота и технология его извлечения могут применяться при отработке многочисленных россыпей Забайкалья и других регионов России

Ключевые слова: россыпь; параметры; морфология; минералы шлиха; видимое золото; дисперсное золото; гранулометрия; добыча; специальный пробирный анализ; скважинное выщелачивание

The topicality of research is dictated by the need to continue mining operations on the oldest field on account of determining and extracting new forms of gold.

The following research methods were used: field observations of the deposit, sampling various types of placers, sample handling with photo-electroactive solutions, detecting the presence of gold by “special assay test”, chemical, atomic absorption and assay tests.

The main geological and mineralogical features of the deposit are determined: parameters, morphological and genetic types of placers, geochemical associations of the elements, morphology and distribution of gold, forms of its location. It was established that in placers, in addition to “visible” gold (small, microscopic), there are “invisible” forms of it, which share in the fields of the Far East accounts for 30...60 % of all reserves. Gold nanoparticles were detected in limonite, native metals (Ag, Cu, Pb, Fe) and kaolinite. Using the “special assay analysis” proved the presence of dispersed gold in the sand and waste of the field.

Based on the results of these analytical studies, it was shown that in fractions larger than + 0,5 mm, dispersed gold is present in non-industrial concentrations (less than 0,1 g/t) and in fractions of the 0,25 mm range, represented mainly by small particles of ferruginous quartz and chalcedony and clayey particles, the gold content was from 0,25 to 4,7 g/t. It was proved the presence of disperse gold in the sands of placers in all sections of the Kruchininskoye deposit. A new geotechnology of gold extraction has been proposed, comprising borehole leaching with the use of highly active solutions pumped into productive strata in accordance with the system of injection and extraction wells and subsequent sorption of gold with sorbents.

The method proposed to determine presence of gold and its extraction technology can be applied when developing numerous placers of Transbaikalia and other regions of Russia

Key words: placer; parameters; morphology; minerals content of concentrate; visible gold; dispersed gold; granulometry; extraction; special assay test; borehole leaching

Введение. Кручининское россыпное месторождение золота, открытое в 1892 г. предпринимателями братьями А. С. и К. С. Шумовыми, эксплуатировалось до 1917 г. За это время добыто

около 5 т золота. С перерывами месторождение разведывалось и отрабатывалось все последующие годы вплоть до настоящего времени. Однако перспективы наращивания запасов связывают-

ся с выявлением и извлечением дисперсных форм золота.

Цель работы – выявление основных геолого-минералогических особенностей месторождения, на основе которых предложены новые геотехнологии извлечения золота из песков россыпного месторождения.

Объектом исследования является Кручининское месторождение золота. Рассмотрим его геолого-минералогические особенности.

По материалам геологических съемок различного масштаба, геолого-поисковых, ревизионных и разведочных работ, тематических исследований [3], а также собственных наблюдений, проводившихся в 2009–2016 гг., основными особенностями Кручининского месторождения являются:

- его приуроченность к одноименной мезо-кайнозойской асимметричной грабен-синклинальной впадине забайкальского типа;

- в геологическом строении впадины и месторождения участвуют интрузивные, эффузивные, осадочные, осадочно-вулканогенные и метаморфические породы с возрастом от протерозоя до кайнозоя;

- отложения впадины представлены озерными, аллювиальными, пролювиальными, элювиально-делювиальными и делювиальными неоплейстоценовыми отложениями (рис. 1);

- промышленная золотоносность месторождения сосредоточена в пяти морфолого-генетических типах: неглубокие пойменные россыпи; глубокозалегающие погребенные россыпи; сложные надпойменные; эрозионно-аккумулятивные террасовые и ложковые;

- золотоносность располагается в виде параллельных долине струй с суммарной шириной 300...500 м, разделенных узкими полосами;

- длина продуктивных пластов колеблется в пределах 650...11500 м, ширина – 27...109 м, мощность пластов, приуроченных к приплотиковой части, составляет

0,5...1,5 м, мощность торфов 3,5...5,2 м, содержание золота 0,46...17,7 г/т;

- весьма большая протяженность россыпи (78 км), а с высокими промышленными содержаниями золота – свыше 20 км;

- источники россыпного золота разнообразны: кварцевые, кварц-сульфидные, кварц-турмалин-сульфидные прожилки и жилы, штокверки, зоны окварцевания в областях тектонических нарушений с содержанием в них золота от следов до 40 г/т и развитых практически во всех геологических комплексах фундамента и обрамления впадины, подвергшихся интенсивному разрушению при формировании кор выветривания в кайнозое;

- минеральный состав шлихов золотоносных пластов: ильменит, циркон, титаномагнетит, магнетит, мартит, кассiterит, вольфрамит, монацит, пирит, гематит, рутил, арсенопирит, торит, уранинит – наследует состав акцессорий из пород и рудных образований (например, из руд Кручининского Fe – Ti – P месторождения);

- геохимическая ассоциация минералообразующих элементов Au – Zr – Pb – Zn – Hg – As – Fe – Sn – W характерна для россыпных месторождений;

- золото в россыпи находится в свободном состоянии, а также в сростках с лимонитом, кварцем, магнетитом, турмалином, титаномагнетитом; по форме является плоским (таблички, пластинки, листочки), по гранулометрии относится к мелкому (до 86 % с размерами 0,5...0,1 мм), степень окатанности – хорошо и совершенно окатанное (79 %), полуокатанное (12,4 %), неокатанное (9 %), пробность золота 760...900.

За время эксплуатации месторождения разными способами (ямный, шахтный, открыто-разрезной, дражный, гидромониторный) добыто несколько тонн золота, однако наличие еще оставшихся запасов и прогнозных ресурсов дает основание для продолжения добычных работ.

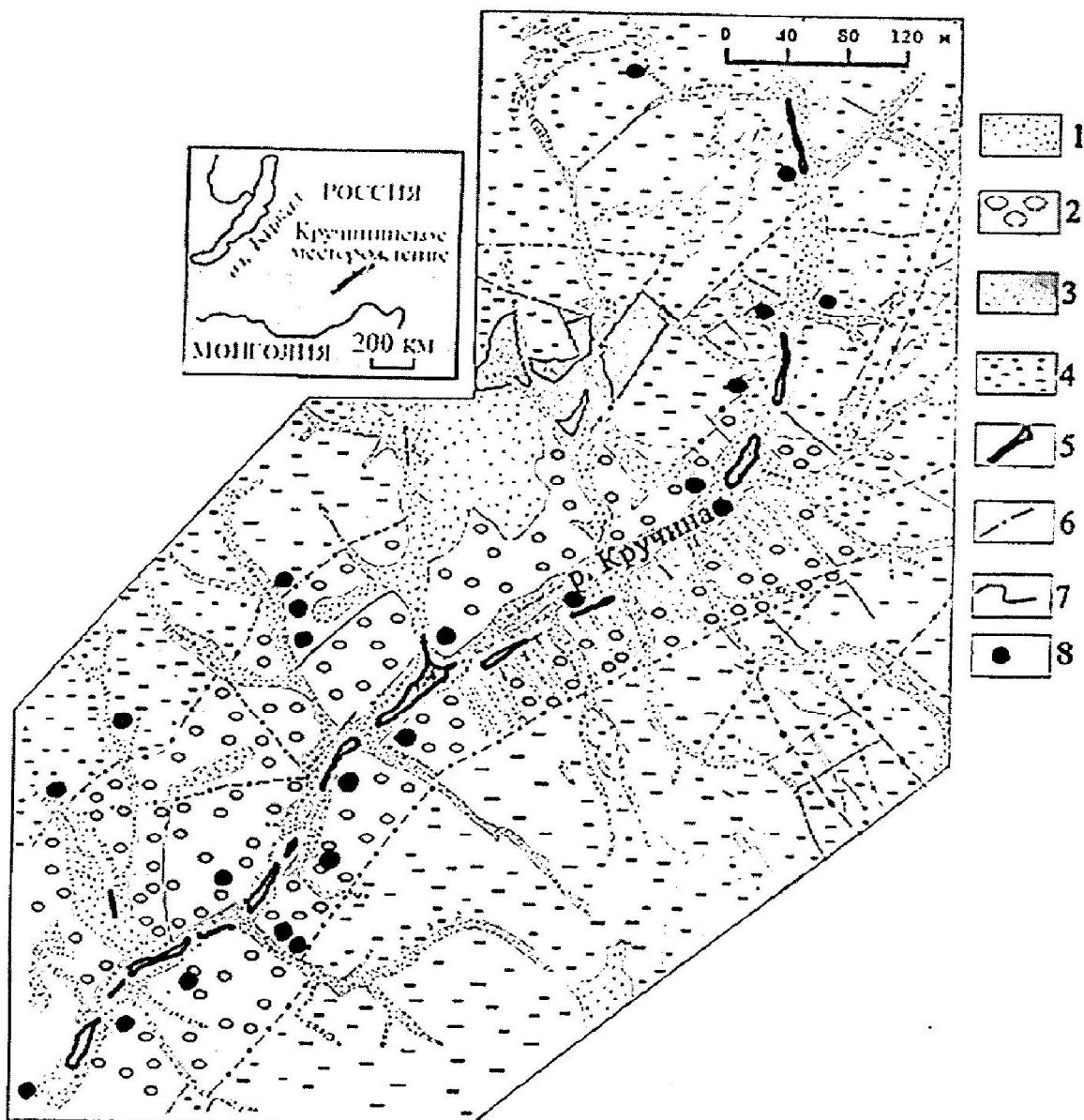


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Кручининского месторождения и места отбора проб /
Fig. 1. Working geological map of Kruchininsky deposit and the places of sampling:

1 – четвертичные рыхлые пойменные отложения / 1 – quaternary loose flood-plain deposits; 2 – меловые отложения: конгломерато-брекчия, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты / 2 – chalk downs: breccia-conglomerates, bubbley-rocks, gritstones, freestones, silty rocks and clay rocks; 3 – юрские вулканические осадочные отложения / 3 – jurassic volcanic sedimentary deposits (sediments); 4 – геологические комплексы фундамента и обрамления Кручининской впадины / 4 – geological basement complexes and margins of Kruchininskaya basin; 5 – золотоносная россыпь / 5 – auriferous alluvials; 6 – тектоническое нарушение / 6 – tectonic disturbances; 7 – геологические границы / 7 – geologic limits; 8 – места отбора проб / 8 – places of sampling

Методика исследования проб и выявления дисперсного золота в россыпи и техногенных отходах Кручининского месторождения. Используя современные методы электронной микроскопии (приборы АСЭМ ZEISS, EVO-50, XVP с энергодисперсионным рентгеновским (ЭДР) спектрометром INCA Energy-350 и электронный микроанализатор JXA-8100 (JEOL, Япония))

В. Г. Моисеенко и И. В. Кузнецова [1] выявили наночастицы золота в лимоните, самородных металлах (Ag, Cu, Pb, Fe), каолините.

По нашему мнению, главным отличием дисперсного золота от его видимых форм является преобладание его межатомных связей с другими химическими элементами в минералах-носителях над моноэлементными связями (золото – золото). Дисперсное золото может проявляться как в виде обычной молекулярной формы, так и в виде различных кластерных структур:

а) биэлементные кластеры: nAu – mS, nAu – mSi, nAu – mC;

б) металлокластеры: Au – Ag, Au – Bi, Au – Sb, Au – Cu; Au – Hg, Au – Te;

в) металлоорганические кластеры: nAu – R_{opr};

г) полизлементные кластеры: nAu – m(Fe-O), nAu – m(Fe-O – OH), nAu – mFeS, nAu – mPbS, nAu – mSiO₂ [5; 7; 8].

При выявлении промышленно значимого количества дисперсного золота должна быть предложена методика выявления дисперсного золота и разработана технологическая схема его извлечения.

Для выявления дисперсного золота в Читинском филиале Института горного дела СО РАН разработан и внедрен в практику «специальный пробирный анализ», который включает:

– активационную обработку проб раствором, содержащим перекись водорода, каустическую соду, раствор уксусной кислоты при ультрафиолетовом облучении дуговой разрядной лампой ДРТ 240 высокого давления мощностью 240 Вт;

– шихтовку пробы с присадками: бура, сода, глет, ионообменная смола (апионит), насыщенную ионами серебра, серебро в виде порошка, хлорид серебра;

– плавку полученной «пуговицы» (веркблея) в индукционной печи с предварительным заворачиванием ее в свинцовую фольгу с известной массой для получения вторичного веркблея;

– стандартный пробирный анализ по полной схеме или растворение и осаждение с последующим прокаливанием и взвешиванием осадка.

Сущность всех происходящих физико-химических процессов при проведении данного анализа освещена ранее. Этот метод апробирован при анализе руд и продуктов обогащения многих забайкальских месторождений и доказал свою эффективность.

Результаты исследований и их обсуждение. Отбор проб песков, песковой фракции гале-эфельных отвалов и незабуторенных хвостов промывки песков Кручининского месторождения с целью выявления в них дисперсного золота осуществлялся на основных его участках (рис. 1). Также на дне прудков, сформированных на месте отработанных разрезов и котлованов, отбирались крупнообъемные пробы, из которых путем промывки на специально сконструированном шлюзе (рис. 2) выделялись навески шлиховой фракции.

Все фракции высушенных и рассыпанных проб анализировались по авторской методике. После обработки навесок проб фотоэлектроактивированными растворами они анализировались в нескольких аккредитованных лабораториях: ЛИЦИМС, SGS Восток Лимитед, ЗабНИИ. Всего обработано и проанализировано более 50 проб. Контрольные анализы, проведенные по стандартной методике, давали диапазон содержания золота в продуктивных фракциях (-250 мкм) 0,1...2,1 г/т. При использовании нестандартного пробирного анализа диапазон содержаний золота в продуктивных фракциях возрастал до 4,3 г/т, что свидетельствует о наличии в них дисперсных наноразмерных включений золота, теряемых с возгонами и со шлаком при стандартной плавке. Видимые частицы чешуйчатого золота встречались только эпизодически, а их наличие проявлялось в ураганных значе-

ниях содержаний в соответствующих навесках, исключаемых из расчетов.

Геотехнология извлечения золота Кручининского месторождения. В ряде организаций (ИПКОН, ВНИИХТ, МГРИ-РГГРУ, ИРГИРЕДМЕТ и др.) разрабатываются новые методы переработки сложных по составу и строению природных и техногенных руд с дисперсными формами золота [4; 6; 9; 10]. Эти методы базируются на процессах перевода золота в жидкую фазу и на сорбенты — это так называемые направленныеnanoструктурные изменения минеральной матрицы, содержащей золото и другие металлы. Обычно минеральными матрицами являются пористые и легкорастворимые гипергенные минералы, трудно растворимые сульфиды, сульфосоли, сульфоарсениды и др. [2]. На Кручининском месторождении матрицами являются некоторые сульфиды (пирит, галенит, арсенопирит), кварц, турмалин, лимонит, магнетит, титаномагнетит. Для извлечения золота из указанных матриц нужны специ-

альные технологии, которые обеспечивают формирование в минералах-матрицах, концентрирующих дисперсное золото, развитой системы микротрещин и пор, по которым будут поступать окисляющие растворы; ослабление химических связей между атомами золота и минералообразующими атомами; растворение золота в матрицах минералов; диффузионное перемещение растворенного золота из минеральной матрицы в объем рабочего раствора. Для извлечения золота из песков и техногенных отходов Кручининского месторождения при лабораторном технологическом тестировании использована технология, базирующаяся на использовании фотоэлектроактивированных выщелачивающих растворов. Полученные в ходе тестирования результаты (извлечение золота в перколяторах и на стенде для исследования процессов электродиффузионного выщелачивания составило 72...83 %) позволили разработать для условий Кручининского месторождения схему активационного скважинного выщелачивания.

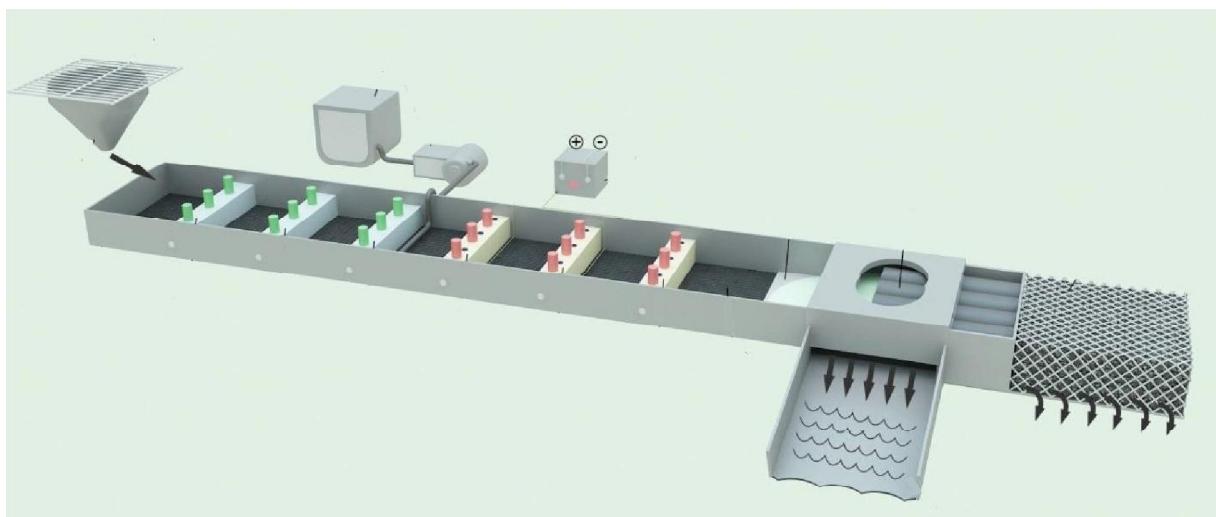


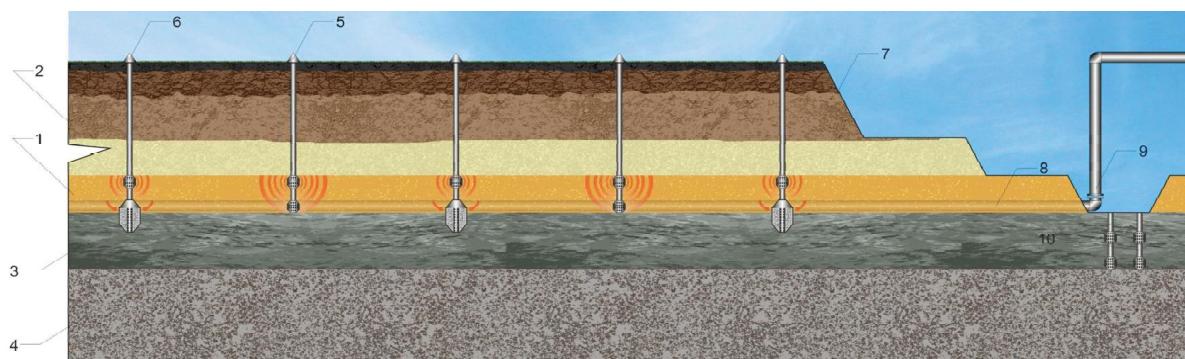
Рис. 2. Макет специализированного шлюза для отбора проб шлиховой фракции /
Fig. 2. Model of a purpose-designed stake for heavy mineral concentrate sampling

Вначале на основе опережающего опробования и геотехнологического тестирования целесообразно выделять участки с различными, в том числе и дисперсными формами золота. При значительном долевом количестве дисперсного, требующего

подготовки минеральных матриц, и тонкого, «плавающего», золота перед подачей в продуктивный пласт целесообразно использовать активированные выщелачивающие растворы, дренаж пластовых вод через систему дренажных скважин (рис. 3).

На первой стадии, осуществляющейся после осушения пласта, в него закачивается концентрированный активный окисляющий и выщелачивающий раствор. В качестве активированных выщелачивающих растворов применяют концентрированный цианидный раствор, подготовленный на основе гидрокарбонатно-пероксидного, подвергнутого фотоэлектрохимической обработке. Раствор подают в пласт через систему закачочных скважин и скважин двойного назначения (закачных/откачных) в верхнюю

и нижнюю части продуктивного пласта до полного влагонасыщения песков. При этом могут быть использованы процессы электродиффузационного выщелачивания (ионы растворенного золота движутся в электрическом поле без перемещения растворов к катодам, размещенным в фильтрах с ионообменным сорбентом). В завершение производят откачуку продуктивного раствора через скважины двойного назначения и горизонтальные дренажные скважины и нейтрализуют остаточные цианиды.



*Рис. 3. Схема скважинного стадийного выщелачивания дисперсного золота из песков россыпей /
Fig. 3. Scheme of downhole stage cascade leaching of dispersed gold and placers:
1 – продуктивный пласт / 1 – pay zones; 2 – торфя / 2 – top soil; 3 – плитик / 3 – bedding rock;
4 – кристаллические породы фундамента / 4 – crystalline basement rock; 5 – закачные скважины /
5 – injection wells; 6 – откачные скважины / 6 – extraction wells; 7 – дренажная траншея / 7 – drainage
trench; 8 – дренажные скважины / 8 – weepers; 9 – отводной трубопровод / 9 – drain conduit;
10 – наблюдательные и аварийные скважины / 10 – indicator hole and emergency well*

В гидроизолированные котлованы малых размеров с промывочных приборов или отсадочных машин сливают сбросную пульпу, содержащую тонкую фракцию хвостов с недоизвлеченным мелким и пластинчатым золотом, а также загружают шлиховую фракцию хвостов ШОУ (шлиховообогатительные установки). Затем в котлованах ведут декантацию водно-минеральной смеси и откачивают воду, в которую дозированно добавляют реагенты и подвергают полученный раствор активации. В межкотлованных целиках бурят закачные скважины и подают через них в продуктивный пласт песков первоначально активированные растворы, содержащие активные окислители для шлиховых минералов, а после технологической паузы

– растворы, содержащие выщелачивающие золото реагенты для достижения требуемой степени окислительной подготовки минеральной массы и извлечения из нее золота. Концентрированными растворами, содержащими активные окислители, и растворами, содержащими выщелачивающие золото реагенты, последовательно пропитывают заскладированную в котлованах тонкую фракцию хвостов промывки песков и шлиховую фракцию, потом выдерживают паузу для осуществления диффузионного окисления и выщелачивания из них золота. Продуктивные растворы, полученные при скважинном выщелачивании (при содержании в них золота ниже заданного порогового значения), сливают в котлованы через дренажные окна в изолирующей

пленке и орошают накопленную в котлованах минеральную массу до доведения ее до пульпообразного состояния или обеспечивают режим фильтрации. При достижении в скважинных продуктивных растворах содержания золота заданного порогового значения их подают в сорбционные колонны для извлечения из них растворенного золота на сорбент, а полученными при этом обеззолоченными маточными растворами орошают накопленную в котлованах минеральную массу до доведения ее до пульпообразного состояния или осуществляют циркуляцию через нее рабочих растворов до достижения в них заданной концентрации золота. Полученные таким образом в котлованах продуктивные растворы подают на сорбционное извлечение в колоннах, а обеззолочные маточные растворы докрепляют, реактивируют и отправляют на скважинное выщелачивание.

Заключение. Итак, к специфическим геолого-минералогическим особенностям Кручининского месторождения отнесены: многообразие морфолого-генетических типов промышленной золотоносности в виде параллельных струй различных параметров с содержанием золота 0,46...17, 7 г/т;

разнообразие источников россыпного золота; сложный минеральный состав шлихов, в которых геохимическая ассоциация элементов довольно разнообразна, но характерна для россыпных месторождений; золото находится в свободном состоянии и в сростках с различными минералами, по гранулометрии оно мелкое и хорошо окатанное. Опираясь на указанные особенности и применив разработанную методику выявления различных форм золота, авторы установили в россыпи и многочисленных техногенных отходах также дисперсное золото.

Для извлечения разных форм золота (в том числе и дисперсного) из песков месторождения предложена новая геотехнология, заключающаяся в применении фотоэлектроактивированных растворов, закачиваемых в продуктивные пласты месторождения по системе закачных/откачных скважин, и последующей сорбции растворенного золота на сорбенты.

Предложенная методика выявления дисперсного золота и геотехнология извлечения золота могут применяться при отработке многочисленных россыпей Забайкалья и других регионов России.

Список литературы

1. Моисеенко В. Г., Кузнецова И. В. Роль наночастиц золота, серебра и свинца в образовании месторождений благородных металлов // Докл. РАН. 2010. Т. 430, № 3. С. 377–381.
2. Повгородова М. И., Боропихин В. А., Генералов М. Е., Крамер Е. О самородном кремнии в ассоциации с самородным золотом и другими металлами // Докл. Академии наук СССР. 1989. Т. 309, № 5. С. 1182–1185.
3. Йоргенсон Г. А. О возможном коренном источнике Кручининских золотоносных россыпей (Центральное Забайкалье) // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований: материалы науч. конф. Чита: ЗабГГПУ, 2006. С. 127–129.
4. Boboev I. R., Bobozoda Sh., Strizhko L. S. Leaching stubborn oxidized gold ores that contain copper // Metallurgist. 2016. Vol. 59, No. 9–10. P. 959–963.
5. Chamberlin P. D. Status of heap, dump and in-Situ leaching of gold and silver // Gold Forum of Technology and Practices, World Gold. Littleton, 1989. P. 225–232.
6. Çolakoğlu A. R., Oruç M., Arehart G. B., Poulson S. Geology and isotope geochemistry (C–O–S) of the Diyadin gold deposit, Eastern Turkey: a newly-discovered Carlin-like deposit // Ore Geology Reviews. 2011. Vol. 40, No. 1. P. 27–40.
7. Heap Leaching // Innovations in Gold and Silver Recovery. USA: Randol Int. Ltd, 1992. Vol. 8. P. 4571–4572.
8. In-Situ Leaching (ICL) // Innovations in Gold and Silver Recovery. USA: RandollInt. Ltd., 1992. Vol. 3. P. 1329–1336.
9. Mohr F. Gold chemistry: applications and future directions in the life sciences. Berlin: Wiley-VCH, 2009. 424 p.
10. Wang Z. W., Palmer R. E. Direct atomic imaging and dynamical fluctuations of the tetrahedral Au-20 cluster // Nanoscale. 2012. Vol. 4, No. 16. P. 4947–494.

References

1. Moiseenko V. G., Kuznetsova I. V. *Dokl. RAN* (RAS report), 2010, vol. 430, no. 3, pp. 377–381.
2. Novgorodova M. I., Boronikhin V. A., Generalov M. E., Kramer E. Dokl. *Akademii nauk SSSR* (Reports of the Academy of Sciences of the USSR), 1989, vol. 309, no. 5, pp. 1182–1185.
3. Yurgenson G. A. *Prirodnye resursy Zabaykaliya i problemy geosfernnyh issledovanij: materialy nauch. konf* (Natural resources of Transbaikalia and the problems of geosphere research: materials of scientific. conf.). Chita: ZabGGPU, 2006, pp. 127–129.
4. Boboev I. R., Bobozoda Sh., Strizhko L. S. *Metallurgist* (Metallurgist), 2016, vol. 59, no. 9-10, pp. 959–963.
5. Chamberlin P. D. *Cold Forum of Technology and Practices, World Gold* (Gold Forum of Technology and Practices, World Gold), Littleton: 1989, pp. 225–232.
6. Colakoğlu A. R., Oruç M., Arehart G. B., Poulsen S. *Ore Geology Reviews* (Ore Geology Reviews), 2011, vol. 40, no. 1, pp. 27–40.
7. *Innovations in Gold and Silver Recovery* (Innovations in Gold and Silver Recovery), USA: Randol Int. Ltd, 1992, vol. 8, pp. 4571–4572.
8. *Innovations in Gold and Silver Recovery* (Innovations in Gold and Silver Recovery), USA: RandolInt. Ltd., 1992, vol. 3, pp. 1329–1336.
9. Mohr F. *Gold chemistry: applications and future directions in the life sciences* (Gold chemistry: applications and future directions in the life sciences). Berlin: Wiley-VCH, 2009. 424 p.
10. Wang Z. W., Palmer R. E. *Nanoscale* (Nanoscale), 2012, vol. 4, no. 16, pp. 4947–494.

Коротко об авторах

Секисов Артур Геннадьевич, д-р техн. наук, зав. лабораторией Института горного дела Дальневосточного отделения РАН, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Хабаровск, Россия. Область научных интересов: физико-химические геотехнологии
sekisovag@mail.ru

Трубачев Алексей Иванович, д-р геол.-минер. наук, профессор кафедры обогащения и вторичного сырья, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геология месторождений цветных и благородных металлов, технологическая минералогия
geoxxi@mail.ru

Салихов Владимир Салихович, д-р геол.-минер. наук, профессор кафедры геофизики, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геология рудных месторождений
salihovvs41@inbox.ru

Лавров Александр Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: обогащение полезных ископаемых, менеджмент в горном деле, физико-химические геотехнологии
lavrov_2002@mail.ru

Рубцов Юрий Иванович, д-р техн. наук, профессор кафедры БЖД, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: физико-химические геотехнологии
jzi.rubtsow@yandex.ru

Шевченко Юрий Степанович, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Читинский филиал Института горного дела СО РАН, г. Чита, Россия. Область научных интересов: обогащение полезных ископаемых
leshii.ru@list.ru

Briefly about the authors

Arthur Sekisov, doctor of technical sciences, head of the laboratory, Mining Institute , Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, professor, Transbaikal State University, Khabarovsk, Russia. Sphere of scientific interests: physical and chemical geotechnologies

Aleksey Trubachev, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Enrichment and Secondary Raw Materials department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geology of deposits of non-ferrous and noble metals, technological mineralogy

Vladimir Salikhov, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Geophysics department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geology of ore deposits

Alexander Lavrov, candidate of technical sciences, associate professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: mineral processing, mining management, physical and chemical geotechnologies

Yuriy Rubtsov, doctor of technical sciences, professor, Life Safety department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: physical and chemical geotechnologies

Yuriy Shevchenko, candidate of technical sciences, leading researcher, Chita Branch of the Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: mineral processing

Работа выполнена в рамках проекта ФНИ № АААА-А17-117092750073-6.

Образец цитирования

Секисов А. Г., Трубачев А. И., Салихов В. С., Лавров А. Ю., Рубцов Ю. И., Шевченко Ю. С. Геолого-минералогические особенности Кручининского россыпного месторождения как основа для разработки технологий извлечения золота // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2018. Т. 24. № 8. С. 29–38. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-8-29-38.

Sekisov A., Trubachev A., Salikhov V., Lavrov A., Rubtsov Yu., Shevchenko Yu. Geological and mineralogical characteristics of the Kruchininsky placer as a basis for gold recovery technology de-velopment // Transbaikal State University Journal, 2018, vol. 24, no. 8, pp. 29–38. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-8-29-38.

Статья поступила в редакцию: 27.04.2018 г.

Статья принята к публикации: 15.10.2018 г.

