

УДК 622.7:502.17

А.Г. МИХАЙЛОВ, *д-р техн. наук, проф., заведующий лабораторией проблем освоения недр Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН, г. Красноярск, Российская Федерация*

ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РОССЫПНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Представлен новый подход к освоению месторождений с проведением геотехнологической подготовки с преобразованием структуры и вещественного состава массива. Рассмотрен ряд технологических решений освоения малых коренных и техногенных месторождений. Приведены технологические схемы разработки россыпных месторождений золота с геотехнологической подготовкой. Рассмотрены технологические решения извлечения полезных компонентов из хвостов обогащения методом восходящего капиллярного выщелачивания.

Ключевые слова: техногенный массив, россыпное месторождение, структура массива, реструктуризация, гравитационная концентрация, геохимический барьер, раствор, выщелачивание.

Постановка задачи

Постоянно растущие потребности в минеральном сырье и существующий экстенсивный подход к их освоению ведут к росту деградации природных комплексов. Учитывая тенденцию вовлечения в эксплуатацию все более бедных по содержанию полезных компонентов месторождений и слоевому складированию отходов по поверхности, горнодобывающая отрасль будет наносить все более ощутимый ущерб природной среде. Темпы, с которыми происходит снижение бортового содержания в ближайшие десятилетия, практически по всем видам минерального сырья и, соответственно, вовлечение все более бедных месторождений в эксплуатацию, позволяет с уверенностью строить прогноз роста негативных экологических последствий. Однако, следует отметить, что именно тенденции технологиче-

ского прогресса в сфере эффективных решений переработки бедных руд, позволяют признать на данном этапе развития минеральные ресурсы практически неисчерпаемыми.

Учитывая, что основные принципы, применяемые при разработке твердых полезных ископаемых, остаются неизменными с самого начала зарождения отрасли и меняется лишь масштаб, то экологические требования (с целью недопущения коллапса) могут стать реальными ограничениями в росте горнодобывающего производства. Поэтому, уже сегодня следует уделить особое внимание поиску подходов и технологических решений, позволяющих коренным образом снизить вредное влияние разработки месторождений на природную среду. Причем эта задача в большей степени технологическая.

Изложение основного материала

Эффективным направлением развития технологии разработки месторождений может стать перенос (частичный или полный) процессов обогащения в недра. Этот подход предполагает введение дополнительной стадии геотехнологической подготовки в общую структуру освоения месторождения [1].

Сущность этой стадии заключается в трансформации формы и структуры рудных тел месторождения с целью придания им свойств, в наибольшей степени отвечающих требованиям традиционно применяемых технологических процессов добычи. Подход предназначен для доведения параметров рудных тел до кондиций еще до начала традиционных горных работ. Если посмотреть

на нерентабельное месторождение, к примеру, с низким содержанием с точки зрения процесса рудообразования, то можно его представить как геологически незавершенное. Завершить «рост» рудных тел в массиве можно отдельной стадией непосредственно на месте залегания с использованием природных геологических механизмов концентрирования [2].

В качестве примеров могут быть рассмотрены стадии геотехнологической подготовки россыпного месторождения золота с использованием гравитационного и фильтрационного геологических механизмов создания концентрации на месте залегания. Известно, что концентрация золота в россыпях может достигать достаточно высоких значений – десятки, сотни грамм и более на кубометр песков [3,4]. Если принимать такие показатели за образец законченности геологического процесса формирования зон концентрации в россыпных месторождениях, то практически все россыпные месторождения, находящиеся в разработке на сегодняшний день, можно отнести к незавершенным. Не только золото, но и практически все виды минерального сырья имеют примеры высокой локальной концентрации на месторождениях. Геологические природные процессы «обладают» эффективными технологиями и создают локальные участки в недрах с уникальными содержаниями. Геологические исследования [3], показывают, что концентрация золота в аллювиальных россыпях идет в двух направлениях. При остаточном типе концентрации россыпь формируется в результате вымывания и удаления водными потоками песчано-глинистой составляющей, в результате чего остающаяся часть обогащается более крупными тяжелыми обломками, в том числе полезными компонентами практически на месте залегания. При шлиховом типе концентрация происходит в результате накопления относительно крупных частиц полезного компонента в потоке в активном слое. В стадии геотехнологической подготовки целесообразно задействовать оба природных механизма, поскольку каждый из них способен дать высокую концентрацию и характерен для частиц разной крупности.

Геотехнологическое продолжение формирования россыпного месторождения можно условно разделить на два основных

процесса. Первый представляет собой полную дезинтеграцию рыхлого массива и перевод во взвешенное состояние частиц массива в водной среде. Второй, следующий за первым – процесс техногенной стратификации массива. После того, как материал дезинтегрирован и переведён во взвешенное состояние в водной среде, начинается процесс селективного разделения частиц по плотности и крупности при осаждении. Степень концентрации, существенным образом зависят от полноты дезинтеграции массива, обеспечивающего освобождение поверхности каждой частицы материала в массиве от структурных связей со смежными частицами. Только в случае полной дезинтеграции частиц массива возможно управляемое формирование новой структуры россыпи с высокой степенью концентрации. Из числа известных технологических решений, способных обеспечить подготовку массива россыпного месторождения к реструктуризации в объеме, основной является акустическая технология дезинтеграции [5]. Принцип ее заключается в распространении в объеме акустических и ударных волн. Используя такой подход, гравитационную подготовку массива можно проводить непосредственно на месте залегания. Были разработаны ударно- и струйно-акустические генераторы в вариантах аппаратурного и погружного исполнения. Существенным преимуществом автономных погружных генераторов перед аппаратурно-встроенными в рабочие камеры, является их технологическая гибкость как для использования в традиционных поточных технологических схемах, так и для обработки массивов при формировании концентраций и новых рудных тел в природных и техногенных россыпных массивах. Для погружного исполнения был выбран аналог реактивного двигателя. Именно такой принцип обеспечивает достаточно высокую мощность при малых габаритах и массе, а сверхзвуковая затопленная газовая струя при выходе из сопла имеет высокую кинетическую энергию газовой струи и генерирует мощные акустические колебания широкого спектра [6]. Такой вариант исполнения представляет собой достаточно мощный автономный генератор.

С технологической точки зрения применение способа разрушения массива затопленной высокоскоростной газовой струей

имеет незначительные принципиальные отличия от способа разрушения гидромониторными струями. Суть дезинтеграции аналогична. Основные отличия заключаются в параметрах забоя и совмещении дезинтеграции со стратификацией в призабойном пространстве. Главные достоинства водогазовых струй над водными гидромониторными струями состоят, прежде всего, в возможности регулирования в широком диапазоне степени водонасыщенности рабочего тела струи и материала пород в забое. Управляемость операции осуществляют как эжектированием воды в газовую струю при безнапорном подводе, так и регулированием расхода при напорной подаче. Возможность обеспечения использования оптимального объема воды в процессе разрушения материала в забое позволяет расширить область применения затопленного газоструйного метода вплоть до применения в безводных условиях.

Формирование слоя гравитационной концентрации в массиве техногенной россыпи является процессом управляемого формирования осадка в акустическом поле и в зоне динамически активного воздействия струи. Скорость оседания твердой фазы в колеблющейся жидкости в целом ниже скорости оседания в покоящейся жидкости и управляется интенсивностью акустического излучения. Акустическое воздействие оказывает неодинаковое влияние на скорость оседания для частиц разной гидравлической крупности. Наиболее значительное влияние акустическое поле оказывает на частицы, гидравлическая крупность которых меньше 10 см/сек. Скорость оседания таких частиц, как показывают исследования [2], может быть снижена акустическим полем более чем в два раза. Наименьшее влияние акустики отмечается для частиц с диаметром более 15 мм. Таким образом, крупный материал будет оседать в зоне активного действия струи, образуя основание нижнего слоя нового реструктуризованного массива. Эта зона характеризуется формированием слоя крупного галечного материала и частиц золота, приуроченного к остаточному типу концентрации. По мере снижения интенсивности акустического воздействия (по мере продвижения забоя с погружным источником) сверху на крупный материал основания новой структуры будет оседать более мел-

кий. При этом, часть его задержится на поверхности крупных кусков, а часть пройдет через щели между кусками и заполнит пространство между ними. Опускающийся и уже опустившийся на основание кусковой материал под воздействием акустики совершает колебательные движения, причем чем меньше размер частицы, тем больше она подвержена волновым колебаниям. В результате колебательных движений кускового материала и материала песковой фракции в основании вновь создаваемого россыпного массива образуется постель из относительно подвижного материала, аналогично природному типу шлиховой концентрации и принципу формирования постели в обогащительных гравитационных аппаратах. В этом слое формируется концентрат из частиц с высоким удельным весом, которые проникают в нижние слои и вытесняют более легкие частицы в верхние слои. Эта зона характеризуется концентрацией шлихового золота.

Тонкие частицы материала с меньшим удельным весом и весь материал глинистой фракции образуют осадок в последнюю очередь, т.е. верхний слой техногенно-образованной россыпи. Глинистые частицы, размеры которых составляют, к примеру каолинового типа, 1-3 мк, могут длительное время находиться во взвешенном состоянии и в период геотехнологической подготовки осадка не создают.

На основе вышеизложенных принципов подготовки разработан ряд технологических базовых схем геотехнологической обработки россыпных месторождений. Наиболее простая схема и близкая к традиционным технологическим вариантам представляет собой транспортную схему с акустической обработкой в зумпфе (рисунок 1). Известно, что при обогащении золотоносных песков с содержанием глинистой фракции более 25 % даже с использованием эффективного технологического процесса потери достигают 50 % и более. При обработке таких месторождений многократная промывка песков стала правилом. Золотоносные пески перед подачей на гравитационное обогащение проходят через гидроэлеваторный зумпф. Материал транспортом доставляют в заполненный водой зумпф через колосниковый грохот. В придонной его части подзагрузочным грохотом установлен погружной струйно-акустический генератор. В качестве

генератора может быть использован струйно-акустический генератор (аналогичный агрегату огневого бурения ТБВ-5, ТВР-9) [7]. С противоположного края зумпфа установлен гидроэлеватор. Одновременно с материалом в область дезинтеграции подают воду путем орошения колосникового грохота в объеме не менее $0,5 \text{ м}^3$ воды на 1 м^3 пес-

ков. Пески в зумпфе дезинтегрируются и поднимаются гидроэлеватором и поступают на обогащение. Объем зумпфа определяется из расчета обеспечения заданной производительности при трех-пятиминутной обработке материала в зависимости от исходного содержания глинистой фракции.

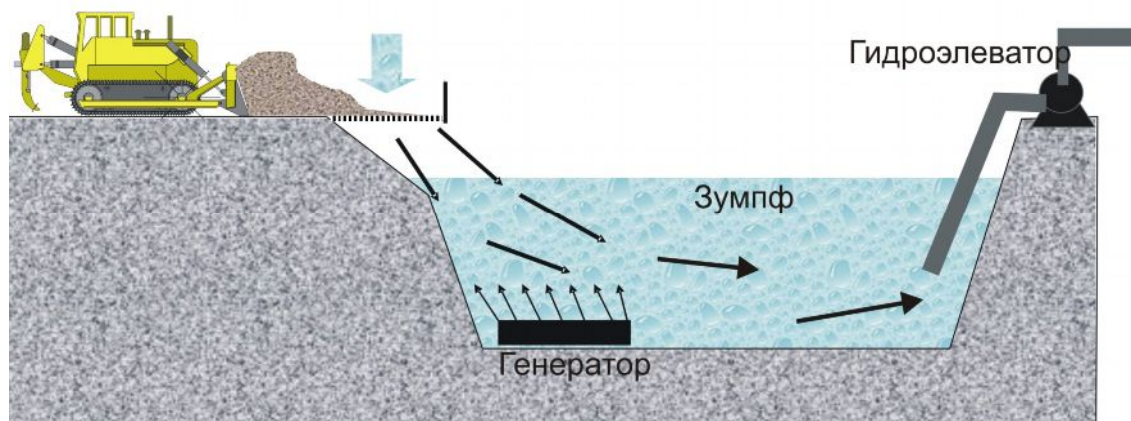


Рисунок 1 - Подготовка песков в зумпфе с гидроэлеватором

Применение стадии акустической дезинтеграции в гидроэлеваторном зумпфе перед обогащением позволит отказаться от повторной переработки песков, что может повысить эффективность отработки россыпных глинистых месторождений на 15-30%. Этот технологический прием позволяет вовлекать в разработку высокоглинистые месторождения, которые нерентабельно осваивать традиционными технологическими решениями, вследствие высоких потерь с глинистой фракцией.

Более эффективным технологическим решением является схема отработки с предварительной реструктуризацией россыпного массива на месте залегания без удаления вскрышных пород (рисунок 2) [8]. На подготовленной поверхности участка месторождения создают пионерный котлован, заполняют водой и опускают в него погружной струйно-акустический генератор. В область работы генератора подают воду из расчета не менее $0,5 \text{ м}^3$ воды на 1 м^3 дезинтегрируемого материала. Далее поперечными заходками по уклону снизу вверх послойно осуществляют обработку массива на всю высоту слоя с обрушением материала в забое. Вслед за генератором, в зоне акустического воздействия, происходит реструктуризация. Крупные валуны, галечный материал и час-

тицы с более высокой плотности песчаной фракции, включая частицы золота (остаточного и шлихового типов концентрации), накапливаются в нижнем слое. Выше него формируется слой песка, а взвешенные глинистые частицы и частично мелкая песковая фракция удаляется самотеком по руслоотводной канаве.

Нижний продуктивный слой составляет, по данным экспериментов, от 5 до 15% первоначальной мощности аллювиальной толщи. При большой мощности отложений обратным ходом проводят обработку второго нижнего слоя, осаждая крупный материал и полезный компонент в придонную область. Так, последовательными поперечными заходками проводят реструктуризацию массива на всю мощность пласта до плотика, попутно производя удаление глинистой и легкой песчаной фракций самотеком. После завершения обработки первой проходки на всю глубину приступают к послойной обработке следующей. Возможно также проведение обработки сразу на всю глубину, если мощность месторождения или его участка это позволяет. После отработки участка месторождения выемочное пространство используют в качестве отстойника при переходе к отработке следующего участка.

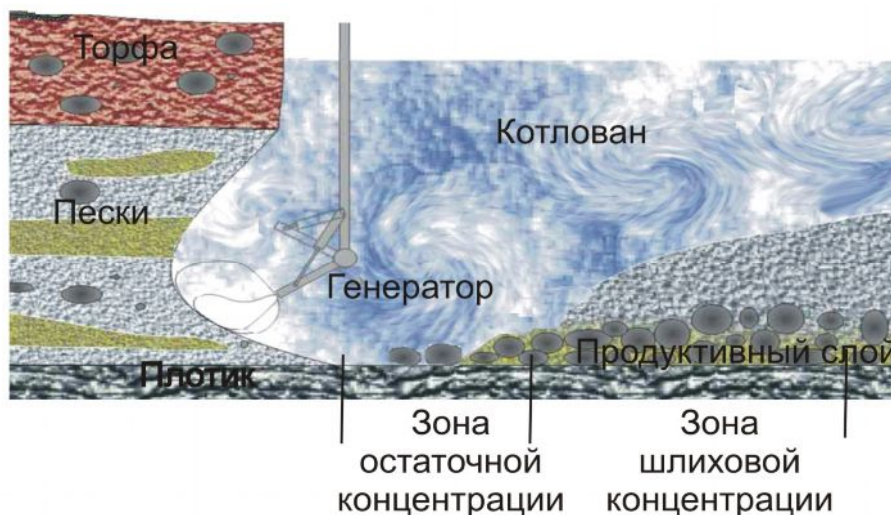


Рисунок 2 – Геотехнологическая подготовка россыпи с реструктуризацией структуры массива на месте залегания

На рисунке 3 показана схема обработки россыпного месторождения участками снизу вверх по долине с обработкой массива на каждом участке поперечными заходками сверху вниз. Выработанное пространство каждого предыдущего участка становится первым отстойником после его полной обработки и установки защитной дамбы. В этом технологическом варианте при реструктуризации массива выводится только глинистая фракция в виде пульпы по отводной канаве,

проложенной по поверхности обрабатываемого участка. Реструктуризованный массив может быть обработан по традиционной технологии: удаляют вскрышные породы, производят выемку песков, доставляют их на промывочный прибор, где получают черновой продукт в результате гравитационного обогащения. Также обработка продуктивного слоя песков может быть осуществлена с применением гидротранспорта посредством откачки землесосом.

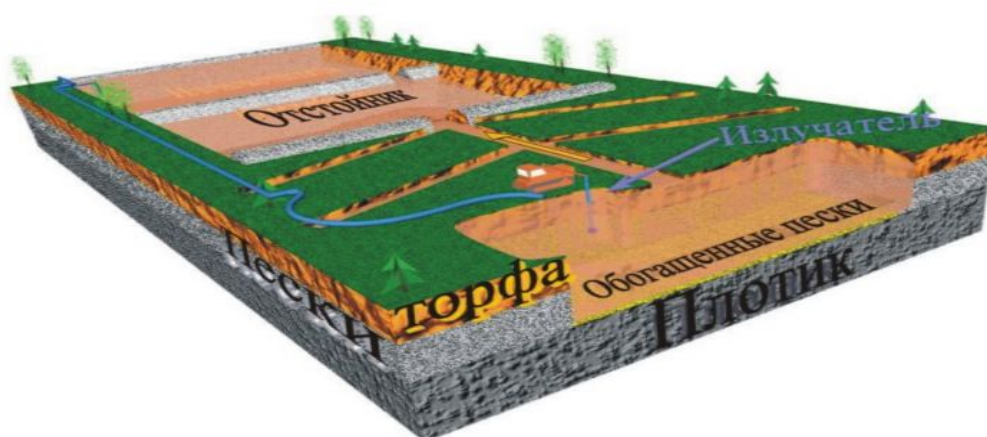


Рисунок 3 - Схема обработки россыпного месторождения с предварительной реструктуризацией массива

Применение геотехнологии обработки россыпного месторождения имеет ряд существенных экономических и технологических преимуществ перед традиционными технологиями. Прежде всего – это повышение экономической эффективности. В основном

выигрыш обусловлен многократным снижением объемов добычи песков за счет реструктуризации и предварительного обогащения в массиве. Процесс реструктуризации массива погружным генератором осуществляется при энергетических затратах в преде-

лах от 0,1 до 1,0 кВт/м³ в зависимости от состояния и исходной структуры массива. Новая стратификация россыпи позволяет обеспечить уменьшение мощности (соответственно объема добычи и переработки) продуктивного пласта в 4-8 раз. Более того, в результате общей реструктуризации массива в продуктивный пласт переходит золото из вскрышных торфов, имеющих, как правило, некондиционное содержание.

Процесс реструктуризации массива идет с потреблением технологической воды в объеме, соответствующем реструктурируемому объему массива. Такой же объем, но уже пульпы выводится за пределы полигона или в отработанное пространство. Технологическими решениями может быть обеспечен вывод вместе с пульпой большей части вскрышных пород. Кроме того, предлагаемое технологическое решение позволяет минимизировать расход воды и соответственно – гидротехнических сооружений.

Этими технологическими мероприятиями себестоимость добычи золота при отработке россыпи может быть снижена не менее чем в два раза.

Экономический эффект состоит в сокращении суммарных затрат вследствие трехкратного, как минимум, сокращения объемов добычи и переработки. Технологический эффект заключается в повышении уровня извлечения за счет удаления глинистой фракции из золотоносного слоя песков на стадии подготовки массива.

Новый технологический подход к освоению россыпных месторождений позволит вовлекать в разработку месторождения с гораздо более широким спектром природных условий, что способствует существенному расширению минерально-сырьевой базы без дополнительных затрат на проведение геологических изысканий.

Формирование зон концентрации в массиве в процессе геотехнологической подготовки может быть осуществлено не только гравитационной реструктуризацией, но и фильтрационным массопереносом с изменением вещественного состава с минимальной трансформацией структуры. Из достаточно большого числа природных геологических процессов, приводящих к формированию кондиционных рудных участков и месторождений в целом, приоритет, несомненно,

имеет фильтрационный процесс. Он весьма перспективен вследствие больших возможностей вещественного преобразования, и относительно высокой скорости массопереноса вещества в недрах. На его основе возможно построение природного продолжения рудообразования с целью доведения до «уникальности» кондиций участка оруденения в недрах, либо использование механизма геологического фильтрационного процесса как технологического процесса. В качестве варианта может быть рассмотрено освоение малых по запасам и расположенных близко к поверхности месторождений посредством безнапорного восходящего выщелачивания компонентов с концентрированием на поверхностных геохимических барьерах. По сути, вариант построен на базе природного гидрогеологического ресурса с управляемым переносом полезных компонентов в составе флюида из зоны обширной рассеянной состоит в следующем (рисунок 4) [9]. Перед началом работ область зоны оруденения природного месторождения подвергают рыхлению, если массив скальный. Это повышает пористость массива и обеспечивает сокращение времени освоения за счет повышения доступа выщелачивающего реагента к полезным компонентам в массиве и увеличения скорости движения выщелачивающих и продуктивных растворов в недрах. Затем удаляют поверхностный слой горной породы до уровня горизонта подземных руд. По разрыхленному участку недр осуществляют проходку скважин до уровня нижней зоны оруденения.

Через скважины проводят осушение участка недр. Благодаря повышенной порозности участка массива, вследствие предварительного рыхления массива, область действия депрессионной воронки не выходит далеко за пределы участка (зоны оруденения) и не затрагивает экологическую обстановку за пределами участка работ. После проходки скважин на поверхности участка проводят планировку с формированием уклонов и сети сточных канав для накопления продукционного раствора в едином зумпфе. После осушения через те же скважины в массив подают выщелачивающий раствор. Выщелачивающий раствор заполняет массив в зоне оруденения, препятствуя, по мере заполнения, попаданию в эту зону внешних подзем-

ных вод. После заполнения выщелачивающим раствором зоны оруденения до уровня подземных вод, продукционный раствор будет подниматься на поверхность и по спланированным по поверхности уклонам поступать в геохимический барьер с осаждени-

ем в нем полезных компонентов. Предварительные исследования показывают, что с площади в 1 га для условия безнапорной подачи реагента в нижнюю часть массива может быть получено от 10 до 200 м³ продукционного раствора.

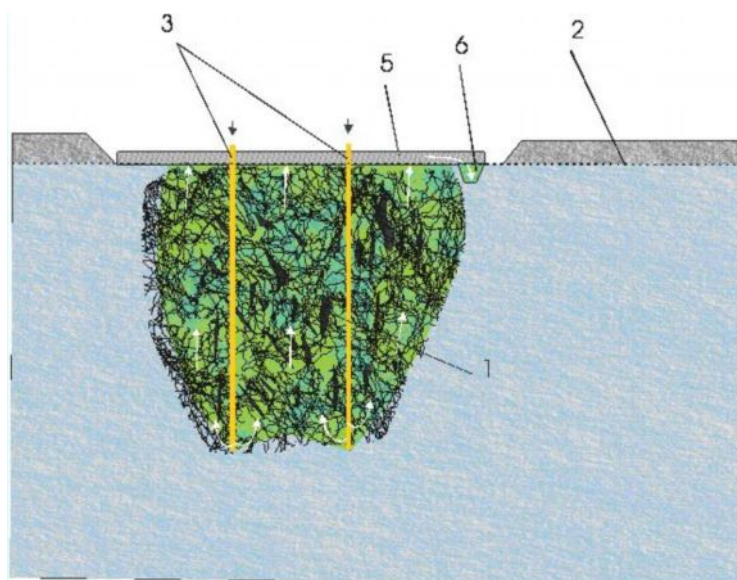


Рисунок 4 – Схема разработки малого по запасам месторождения, локализованного близко к дневной поверхности методом восходящего капиллярного выщелачивания: 1 – зона оруденения; 2 – уровень подземных вод; 3 – скважина подачи раствора; 5 – поверхностный слой, геохимический барьер; 6 – зумпф приема продукционного раствора

Безнапорная подача раствора в массив в гидрогеологических процессах по предварительным расчетам позволит высвободить трудовые и энергетические ресурсы, чем обеспечит снижение себестоимости от 3 до 7 раз, в зависимости от имеющегося потенциала участка недр. Такие возможности технологического решения обеспечат рентабельность освоения коренных месторождений золота с запасами от 2 т при содержаниях от 1 г/т.

В качестве минерально-сырьевого источника наибольший интерес к настоящему времени представляют отходы обогащения и металлургического передела в сфере благородных, цветных и черных металлов. Отходы удобны тем, что они однородны по крупности с вскрытой поверхностью минеральных зерен. Вскрытая поверхность обеспечивает доступ кислорода, что с привнесенными реагентами интенсифицирует вещественное преобразование компонентов в массиве через переход в раствор и миграцию по

массиву. Вещественное преобразование, ввиду специфичности для каждого элемента, способствует природной селекции на стадии коллективного хранения. Растворимые формы соединений компонентов в отходах обуславливают мобильность массопереноса и вероятное селективное накопление элементов в локальных участках массива. Многообразность при разных исходных формах и концентрациях, локальность процессов, относительно высокая скорость минеральных преобразований в хвостах обогащения не позволяет прогнозировать принципиальную возможность, место и сроки формирование зон концентрации, если процессом не управлять, хотя предпосылки к формированию зон концентрации тех или иных элементов в массиве существует всегда [9].

Вариант технологического решения извлечения полезных компонентов их хвостов обогащения аналогичен варианту освоения малых месторождений (рисунок 5).

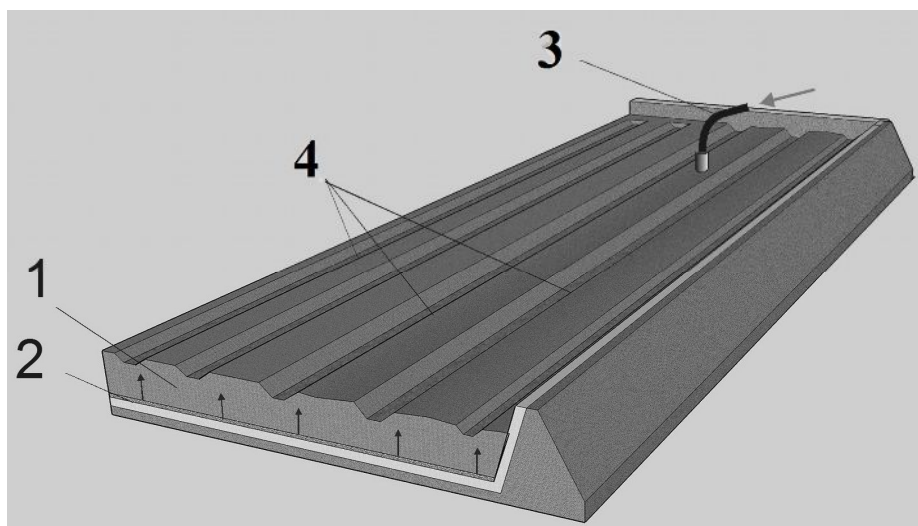


Рисунок 5 – Технологическая схема извлечения полезных компонентов из хвостов обогащения методом восходящего капиллярного выщелачивания:

- 1 – техногенный массив; 2 – гидроизолированное основание;
 3 – место подачи растворов в массив и поддержание уровня заполнения;
 4 – каналы сбора продукционного раствора

В основание массива хвостохранилища проходят скважину или зумпф и по нему подают реагент в основание массива отходов. В подающей скважине постоянно поддерживают уровень подачи на уровне поверхности. В этом случае раствор с основания будет подниматься по капиллярам в массиве до дневной поверхности. Вся минерализация раствора, которая обусловлена свойствами подаваемых реагентов и минеральной основой материала массива обогащения, имеет вертикальный вектор перемещения. По капиллярам массива флюид дос-

тигнет дневной поверхности. Сбор полезных компонентов из раствора на поверхности может быть осуществлен либо осаждением в геохимическом барьере в поверхностном слое, либо по поверхностным стокам может поступать на извлечение и восстановление реагентных свойств для повторной подачи в массив. Параметры такой технологической схемы для хвостов флотационного обогащения полиметаллических руд Норильского промышленного узла были обоснованы экспериментальными исследованиями.

Вывод

Геотехнологическая подготовка, включающая вещественное и структурное преобразование массива, позволяет повысить эф-

фективность освоения месторождения и существенно снизить техногенную нагрузку на природную среду.

Перечень ссылок

1. Перспективные технологии искусственного продолжения формирования месторождений полезных ископаемых / Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацко Н.А. [и др.] // Развитие новых научных направлений и технологий освоения недр Земли: материалы юбилейной сессии ОГГГН РАН. - М, 2000. - С. 59-71.
2. Геотехнологическая подготовка месторождений полезных ископаемых / [Пешков А.А., Брагин В.И., Михайлов А.Г., Мацко Н.А.]. – М.: Наука, 2007. - 286 с.
3. Нестеренко Г.В. О способах концентрации золота в россыпях / Г.В. Нестеренко // Минералогия геохимия рудных месторождений Сибири. - Новосибирск: Наука, 1977. – С. 86 – 100.
4. Gobb E.N. Placer deposits of Alaska. Washington, 1973. - 213p.
5. Акустическая технология в обогащении полезных ископаемых / [Шульгин А.И., Назарова Л.И., Рехтман В.И. и др.]; под ред. В.С. Ямщикова. – М.: Недра, 1987. - 232с.

6. Авиационная акустика / Под ред. А.Г. Мунина, В.Е. Квитки. - М.: Машиностроение, 1973. - 448с.
7. Ефремов Э.И. Тепловые разрушения горных пород и огневое бурение / Э.И. Ефремов, Б.Н. Кугузов - М.: Недра, 1972. - 161с.
8. Михайлов А.Г. Аллювиальная подготовка россыпных месторождений перед разработкой / А.Г. Михайлов // Горный информационно-аналитический бюллетень - 2009. - №3. - С.214-217.
9. Вашлаев И.И. Экспериментальные исследования основных параметров переноса благородных металлов флюидами в массиве техногенного объекта / И.И. Вашлаев, А.Г. Михайлов // Современные проблемы науки и образования - 2011. - № 5. - С. 42-50.

*Стаття надійшла до редколегії 06.05. 2013 р. російською мовою
Стаття рекомендована членом редколегії чл.-кор. НАН України А.Г. Шапарем*

А.Г. МИХАЙЛОВ

*Федеральна державна бюджетна установа науки
Інститут хімії і хімічної технології Сибірського відділення РАН,
м. Красноярськ, Російська Федерація*

ГЕОТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА РОЗСИПНИХ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ

Наведено новий підхід до освоєння родовищ з проведенням геотехнологічної підготовки з перетворенням структури і речовинного складу масиву. Розглянуто ряд технологічних рішень з освоєння малих корінних і техногенних родовищ. Приведені технологічні схеми розробки россыпних родовищ золота з геотехнологічною підготовкою. Розглянуті технологічні рішення вилучення корисних компонентів з хвостів збагачення методом висхідного капілярного вилуговування.

Ключові слова: техногенний масив, россыпне родовище, структура масиву, реструктуризація, гравітаційна концентрація, геохімічний бар'єр, розчин, вилуговування.

A.G. MIKHAILOV

*Federal State budget Institution of Science Institute of Chemistry and Chemical Technology,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia*

GEOTECHNICAL PREPARATION OF TECHNOGENOUS PLACER DEPOSITS

A new approach to the development of fields with holding geotechnological preparation with the transformation of the structure and composition of massif are present. A number of technology development of small indigenious and technogenous deposits are considered. The technological development schemes in placer gold deposits with geotechnological preparation. Technological solutions of minerals extracted from the tailings by upward capillary leaching were examined.

Keywords: technogenicmassif, placer deposit, structure of the massif, restructuring, gravity concentration, geochemical barrier, solution, leaching.