

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 037655

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
2021.04.27

(21) Номер заявки  
201791964

(22) Дата подачи заявки  
2016.04.07

(51) Int. Cl. C22B 11/08 (2006.01)  
C22B 3/04 (2006.01)  
C22B 3/16 (2006.01)  
C22B 3/44 (2006.01)  
C22B 11/00 (2006.01)

---

(54) ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩЕЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
МЕТАЛЛОВ

---

(31) 62/144,636

(32) 2015.04.08

(33) US

(43) 2018.02.28

(86) PCT/US2016/026474

(87) WO 2016/164600 2016.10.13

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
ЭКОЛАБ ЮЭСЭЙ ИНК. (US)

(72) Изобретатель:  
Мужичик Владимир (RS), Колеман  
Ким, О'Брайен Кевин (US)

(74) Представитель:  
Нюховский В.А. (RU)

(56) US-A1-2003192403  
US-A1-2008196546  
GB-A-1567765  
US-A1-2014348728

(57) Предложены способы извлечения металлов из металлосодержащих материалов и более конкретно способы повышения эффективности выщелачивания в способах извлечения посредством использования поверхностно-активной композиции в способе извлечения, а также пульпы, используемой в способах извлечения металлов.

037655 B1

037655 B1

037655

B1

### **Область техники**

Настоящее описание относится к композициям и способам извлечения ценных металлов из металлосодержащих материалов, например руд, концентратов и других металлосодержащих материалов.

### **Уровень техники**

Один из подходов к выделению металлов из металлосодержащих материалов включает в себя обработку молотого или дробленого материала химическим раствором, содержащим один или несколько реагентов, способных избирательно солиобилизовать желаемые компоненты металла, оставляя после остаток металлосодержащего материала. Затем для получения ценного металла в очищенной форме выщелачивающий раствор может подвергаться обработке в ходе последующих операций извлечения и рафинирования. Несмотря на имеющиеся технологии, в данной области существует потребность в усовершенствованных способах извлечения ценных металлов из металлосодержащих материалов.

### **Сущность изобретения**

Предложен способ извлечения металла из металлосодержащего материала. Способ включает получение пульпы, содержащей металлосодержащий материал, воду, поверхностно-активную композицию и выщелачивающую композицию. По меньшей мере часть металла извлекается из пульпы.

Предложен способ повышения эффективности выщелачивания в способе извлечения металла. Способ включает обработку металлосодержащего материала поверхностно-активной композицией. Обработанный металлосодержащий материал подвергается способу извлечения металла.

Предложена пульпа. Пульпа содержит воду; металлосодержащий материал, содержащий по меньшей мере одно из золота, серебра и меди; натуральное масло с высоким содержанием терпена; и выщелачивающий агент, содержащий по меньшей мере одно из кислоты и цианида.

До получения пульпы металлосодержащий материал может быть измельчен. Металлосодержащий материал может быть обработан поверхностно-активной композицией до, во время или после измельчения. Измельченный металлосодержащий материал может быть получен в виде водной пульпы, включающей измельченный металлосодержащий материал.

Поверхностно-активная композиция может содержать анионогенное поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из алкиларилсульфоната, олефинсульфоната, парафинсульфоната, сульфата спирта, эфирсульфата спирта, алкилкарбоксилата, алкилэфиркарбоксилата, этоксилированного алкилфосфатного эфира, моноалкилсульфосукцината, диалкилсульфосукцината, моноалкилсульфосукцината, диалкилсульфосукцината и их комбинаций.

Поверхностно-активная композиция может содержать катионогенное поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из соли четвертичного алкилтриметиламмония, соли четвертичного алкилдиметилбензиламмония, соли четвертичного диалкилдиметиламмония, соли имидазолия и их комбинаций.

Поверхностно-активная композиция может содержать неионогенное поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из алкоксилата спирта, алкоксилата алкилфенола, блок-сополимера этиленоксида, блок-сополимера пропиленоксида и блок-сополимера бутиленоксида, оксида алкилдиметиламина, оксида алкил-бис(2-гидроксиэтил)амина, оксида алкиламидопропилдиметиламина, оксида алкиламидопропил-бис(2-гидроксиэтил)амина, алкилполиглюкозида, полиалкоксилированного глицерида, сложного эфира сорбитана, сложного эфира полиалкоксилированного сорбитана, сложного эфира алкоилполиэтиленгликоля, сложного диэфира алкоилэтиленгликоля, их множеств и их комбинаций.

Поверхностно-активная композиция может содержать натуральное масло с высоким содержанием терпена.

Поверхностно-активная композиция может присутствовать в пульпе в концентрации от около 1 г поверхностно-активной композиции до около 10000 г поверхностно-активной композиции на метрическую тонну металлосодержащего материала. Поверхностно-активная композиция может присутствовать в пульпе в концентрации от около 10 г поверхностно-активной композиции до около 100 г поверхностно-активной композиции на метрическую тонну металлосодержащего материала.

Выщелачивающая композиция может содержать выщелачивающий агент, выбранный из группы, состоящей из азотной кислоты, фтористоводородной кислоты, соляной кислоты, серной кислоты, фосфорной кислоты, хлорной кислоты, карбоната, гидроксильного основания, газообразного аммиака, соли цианистоводородной кислоты, сульфата железа (III), хлорида железа (III), хлорида меди (II), хлорида железа (II), озона, соли тиосерной кислоты, тиомочевина, тиосерной кислоты, дитиооксамида, замещенного дитиооксамида, галогенсодержащего соединения и их комбинаций. Выщелачивающий агент может быть представлен по меньшей мере одним из цианида натрия, цианида калия и цианида кальция.

Извлеченный металл может представлять собой золото, серебро, платину, палладий, титан или никель.

Металлосодержащий материал может быть представлен рудой.

Металлосодержащий материал может быть обработан выщелачивающей композицией в реакторе с перемешиванием.

В другом аспекте настоящего изобретения раскрыт способ повышения эффективности выщелачи-

вания в способе извлечения металла, включающий обработку металлосодержащего материала поверхностно-активной композицией; и извлечение металла из обработанного металлосодержащего материала. Металлосодержащий материал может быть измельчен до или во время обработки поверхностно-активным веществом. Способ извлечения может включать по меньшей мере один из подземного выщелачивания (in-situ), выщелачивания из отвалов, кучного выщелачивания, чанового выщелачивания, выщелачивания с перемешиванием и их комбинаций.

Далее описаны указанные составы, способы и процессы.

#### **Краткое описание графических материалов**

Фиг. 1 иллюстрирует блок-схему, изображающую типовой способ выщелачивания металла из металлосодержащего материала.

Фиг. 2 иллюстрирует блок-схему, изображающую типовой способ извлечения металла из металлосодержащего материала.

Фиг. 3 иллюстрирует блок-схему, изображающую типовой способ извлечения золота из золотосодержащего материала.

#### **Подробное описание сущности изобретения**

Раскрыты способы улучшения извлечения металла из металлосодержащего материала. Способы включают обработку металлосодержащего материала поверхностно-активной композицией и выщелачивание металла из обработанного металлосодержащего материала. Металлосодержащий материал может быть обработан поверхностно-активной композицией в любой подходящий момент способа извлечения. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения поверхностно-активная композиция улучшает выщелачивание металла из металлосодержащего материала. Не желая связывать себя теорией, считается, что поверхностно-активная композиция снижает поверхностное натяжение растворов выщелачивающего агента на поверхностях частиц металлосодержащего материала. Считается, что пониженное поверхностное натяжение позволяет увеличить степень воздействия на металлосодержащие поверхности частиц выщелачивающих агентов, добавленных в способ извлечения, что, в свою очередь, как считается, позволяет увеличить степень растворения и/или химической реакции металла с выщелачивающим агентом(ми).

Способы предусматривают несколько преимуществ по сравнению с современными технологиями. В частности, способы могут повышать эффективность выщелачивания и извлечения металла из металлосодержащих материалов. Указанные способы могут быть внедрены в текущие способы извлечения с минимальными капиталовложениями, используя уже имеющееся оборудование.

Если не указано иное, все технические и научные термины, используемые здесь, имеют те же значения, которые обычно понимаются специалистом в данной области техники. В случае противоречий настоящий документ, включая определения, будет иметь преимущественную силу. Предпочтительные способы и материалы описаны ниже, хотя способы и материалы, аналогичные или эквивалентные описанным в настоящем документе, могут быть применены на практике или для тестирования настоящего изобретения. Все публикации, патентные заявки, патенты и другие ссылки, упомянутые в настоящем документе, включены в качестве ссылки в полном объеме. Материалы, способы и примеры, раскрытые в настоящем документе, являются только иллюстративными и не предназначены для ограничения.

В контексте данного описания и прилагаемой формулы изобретения единственные формы "a", "an" и "the" включают множественные ссылки, если контекст явно не диктует иное. Термины "содержат(ит)", "включают(ет)", "имеющие", "имеют", "могут", "содержат(ит)", и их варианты, используемые в настоящем документе, являются открытыми переходными фразами, терминами или словами, что не исключает возможности дополнительных действий или структур. Настоящее раскрытие также предполагает другие варианты исполнения "включающие", "состоящие из" и "состоящие в основном из", варианты осуществления или элементы, представленные в настоящем документе, независимо от того, очевидно ли они изложены или нет.

В контексте данного описания термин "агломерация" относится к процессу, в котором мелкие частицы, такие как частицы мелкой фракции, объединяются в большие массы или комки или объединяются вместе с более крупными частицами.

В контексте данного описания термин "флотация" относится к способу обогащения минералов из их руд. В способе флотации руда может быть подвергнута дроблению и мокрому помолу для получения пульпы. Добавки, такие как флотационные агенты или агенты-собиратели, и вспенивающие агенты могут быть добавлены к пульпе для содействия на последующих стадиях флотации при отделении ценных минералов от нежелательной или пустой части руды. Флотационные или собирающие агенты могут содержать жидкости, такие как масло, другие органические соединения или водные растворы. Флотация может быть выполнена путем аэрации пульпы для получения пены на поверхности. Минералы, которые прилипают к пузырькам или пене, могут быть сняты с поверхности или иным образом удалены, а минералосодержащая пена собрана и далее обработана для получения желаемых минералов.

В контексте данного описания термин "насыщенный раствор" относится к раствору, содержащему растворенный металл, минерал и/или желаемое растворенное вещество. Насыщенный раствор может содержать остаточные выщелачивающие агенты и/или другие материалы. Насыщенный раствор

может содержать растворимые ионы или металлокомплексы. Насыщенный раствор может быть ненасыщенным желаемым растворенным веществом или может быть щелоченасыщен желаемым растворенным веществом.

В контексте данного описания термин "отбросный раствор" относится к выщелачивающему раствору, который ранее использовался в способе выщелачивания (например, некогда был насыщенным раствором выщелачивания) и был обработан или иным образом достаточно восстановлен (например, рециркулирован).

В контексте данного описания термин "ценный металл" может относиться к металлическому компоненту или компонентам, предназначенным для извлечения из металлосодержащего материала (например, руды, содержащей минералы).

Раскрыты способы повышения эффективности выщелачивания из металлосодержащего материала в добывающих металлургических способах. Способы включают обработку металлосодержащего материала (например, рудного материала) с помощью поверхностно-активной композиции. Металлосодержащий материал может быть обработан поверхностно-активной композицией в любой подходящей точке способа экстракции, предпочтительно до и/или во время обработки выщелачивающей композицией.

Поверхностно-активная композиция может быть добавлена в сырьевой металлосодержащий материал (например, сырьевой рудный материал), раздробленный металлосодержащий материал, измельченный/молотый металлосодержащий материал и/или пульпу металлосодержащего материала. Поверхностно-активная композиция может быть нанесена на металлосодержащий материал во время способов предварительного выщелачивания (например, во время транспортировки, во время дробления, измельчения, смешивания или во время смешивания в пульпу). Поверхностно-активная композиция может быть объединена с одной или несколькими композициями до или во время нанесения на металлосодержащий материал. Поверхностно-активная композиция может быть соединена с выщелачивающей композицией, и они одновременно нанесены на металлосодержащий материал.

В некоторых вариантах осуществления изобретения способы включают обработку необработанного рудного материала с помощью поверхностно-активной композиции, измельчение обработанного рудного материала (например, мокрого или сухого дробления и/или мокрого или сухого помола) и выщелачивание одного или нескольких выбранных металлов из измельченного обработанного рудного материала. В некоторых вариантах осуществления изобретения способы включают обработку измельченного рудного материала поверхностно-активной композицией и выщелачивание одного или нескольких выбранных металлов из измельченного обработанного рудного материала. В некоторых вариантах осуществления изобретения способы включают обработку пульпы измельченного рудного материала поверхностно-активной композицией и выщелачивание одного или нескольких выбранных металлов из обработанной пульпы рудного материала. В некоторых вариантах осуществления изобретения способы включают обработку измельченного рудного материала составом, включающим поверхностно-активную композицию и выщелачивающую композицию, и выщелачивание одного или нескольких выбранных металлов из измельченного обработанного рудного материала.

Типовой способ согласно настоящему раскрытию может включать измельчение металлосодержащего материала; обработку измельченного материала эффективным количеством поверхностно-активной композиции; добавление эффективного количества выщелачивающей композиции к обработанному измельченному материалу. Способ может включать смешивание измельченного материала (до, во время и/или после обработки поверхностно-активной композицией) с водой для получения пульпы. Способ может включать добавление эффективного количества выщелачивающей композиции в пульпу (до, во время и/или после обработки поверхностно-активной композицией).

Фиг. 1 иллюстрирует блок-схему, изображающую типовой способ извлечения и возможные точки добавления поверхностно-активной композиции в типовом способе. Как проиллюстрировано, поверхностно-активная композиция может быть доставлена в сырьевой рудный материал (точка добавления А). Обработанный сырой рудный материал может быть затем подвергнут способу выщелачивания, такому как выщелачивание из отвалов, кучное выщелачивание, чановое выщелачивание, выщелачивание с перемешиванием, как описано ниже. Поверхностно-активная композиция может добавляться в рудный материал до, во время и/или сразу после фазы дробления (точка добавления В). Обработанный, дробленный рудный материал может подвергаться затем способу выщелачивания, например, такому как кучное выщелачивание, чановое выщелачивание или выщелачивание с перемешиванием. Поверхностно-активная композиция может добавляться в рудный материал до, во время и/или сразу после фазы помола (точка добавления С). Обработанный, молотый рудный материал может подвергаться затем способу выщелачивания, такому как чановое выщелачивание или выщелачивание с перемешиванием. Поверхностно-активная композиция может быть добавлена в рудный материал после фазы флотации (точка добавления D). Обработанный рудный материал может быть затем подвергнут способу выщелачивания, такому как чановое выщелачивание или выщелачивание с перемешиванием. Поверхностно-активная композиция может быть добавлена в рудный материал после фазы термической предварительной обработки (точка добавления E). Обработанный рудный материал может быть затем подвергнут способу выщелачивания, такому как чановое выщелачивание или выщелачивание с перемешиванием. Поверхностно-активная

композиция может быть добавлена в рудный материал до и/или во время способа подземного выщелачивания (in-situ) (точка добавления F). Поверхностно-активная композиция может быть добавлена в рудный материал до и/или во время способа выщелачивания из отвалов (точка добавления G).

Фиг. 2 иллюстрирует блок-схему, изображающую другой типовой способ, реализующий раскрытые способы. Рудный материал 1 может быть перемещен в мельницу 2 (например, шаровая мельница) и раздроблен и/или помолот (например, мокрое или сухое дробление и/или мокрый или сухой помол). Рудный материал может быть раздроблен и/или помолот до любого выбранного размера частиц (например, 100% - 65 меш Тайлера или 100% - 100 меш Тайлера). Раздробленный и/или молотый рудный материал может быть обработан раствором (например, водным раствором) для получения рудной пульпы во время и/или после способа измельчения. Пульпа может иметь любое выбранное содержание твердых материалов (например, от 35 до 55% или от 40 до 50% по весу). Измельченный рудный материал может быть перемещен в стационарный слой 3 (например, непроницаемая пластиковая и/или глинистая футерованная площадка для выщелачивания). Руда на стационарном слое 3 может быть обработана выщелачивающей композицией 4 (например, водным раствором цианидов, тиомочевинной или тиосерной кислотой). Выщелачивающая композиция может просачиваться через рудный материал и извлекать из руды один или несколько выбранных минералов (например, золото, серебро, платину, индий, галлий, свинец, цинк, медь, никель, уран) с получением насыщенного раствора 5. Насыщенный раствор 5 может быть обработан с целью удаления отходов 7, а затем сконцентрирован и очищен 6 с целью рафинирования металла(ов). Отходы 7 могут обрабатываться соответствующим образом.

Как проиллюстрировано на фиг. 2, поверхностно-активная композиция может быть доставлена в сырьевой рудный материал в одной или нескольких точках способа извлечения. Поверхностно-активная композиция может быть добавлена в необработанный рудный материал до измельчения (точка добавления A); поверхностно-активная композиция может быть добавлена в рудный материал во время измельчения (точка добавления B); поверхностно-активная композиция может быть добавлена в рудный материал после измельчения (точка добавления C) и перед доставкой в стационарный слой 3; поверхностно-активная композиция может быть добавлена в рудный материал в стационарном слое 3 (точка добавления D) и в течение всего способа выщелачивания по желанию; и/или поверхностно-активная композиция может быть смешана с выщелачивающей композицией (точка добавления E) и одновременно добавлена в рудный материал вместе с выщелачивающей композицией. Поверхностно-активная композиция может быть добавлена, например, посредством механической подачи, подачи в разбавленной или твердой фазе или посредством пневматической подачи. Поверхностно-активная композиция может быть добавлена управляемым способом, например с использованием объемного или весового дозатора.

Фиг. 3 иллюстрирует блок-схему, изображающую другой типовой способ, реализующий раскрытые способы, в котором указанный способ включает систему выщелачивания цианидами, применяемую для извлечения золота. Металлосодержащий материал может быть обработан выщелачивающей композицией. Затем может быть применен активированный уголь для адсорбции желаемых металлов из насыщенного выщелачивающего раствора, а свободный выщелачивающий агент может быть перенаправлен обратно в способ выщелачивания через водоем для сбора и восстановления отработанной выщелачивающей жидкости. Связанные металлы могут быть удалены из углерода, а углерод может быть реактивирован в печи для дальнейшего применения. Обедненные металлы могут быть выделены из раствора путем электроэкстракции и плавки.

Раскрытые способы могут обеспечивать коэффициент извлечения металлов от около 80 до 100%, от около 85 до 100%, от около 90 до 100% или от около 95 до 100% извлечения из металлосодержащих материалов. Раскрытые способы могут обеспечить коэффициент извлечения металлов от около 80% или более, около 81% или более, около 82% или более, около 83% или более, около 84% или более, около 85% или более, около 86% или более, около 87% или более, около 88% или более, около 89% или более, около 90% или более, около 91% или более, около 92% или более, около 93% или более, около 94% или более, около 95% или более, около 96% или более, около 97% или более, около 98% или более, около 99% или более или 100%.

Раскрытые способы могут обеспечить улучшение эффективности выщелачивания по сравнению со шкалой (0 м.д. поверхностно-активного вещества) от около 0,5 до около 1%, от около 0,5 до около 1,5%, от около 0,5 до около 2%, от около 0,5 до около 5%, от около 0,6 до около 1%, от около 0,7 до около 1%, от около 0,8 до около 1%, от около 0,9 до около 1% или около 1%. Раскрытые способы могут обеспечить улучшение эффективности выщелачивания по сравнению со средними показателями (0 м.д. поверхностно-активного вещества) от около 0,5% или более, около 0,6% или более, около 0,7% или более, около 0,8% или более, около 0,9 % или более или около 1% или более.

Раскрытые способы используют по меньшей мере одну поверхностно-активную композицию. Поверхностно-активная композиция содержит одно или несколько соединений, которые улучшают эффективность выщелачивания в способах извлечения. Не желая связывать себя теорией, считается, что поверхностно-активная композиция улучшает выщелачивание из металлосодержащих материалов (например, минеральной руды) за счет уменьшения поверхностного натяжения выщелачивающего раствора на поверхностях частиц. Считается, что пониженное поверхностное натяжение увеличивает смачивание

поверхностей частиц выщелачивающей композицией, что приводит к улучшенному качеству извлечения металла.

Поверхностно-активные вещества, подходящие для включения в поверхностно-активную композицию, включают, но не ограничиваются, анионогенные поверхностно-активные вещества, катионогенные поверхностно-активные вещества, цвиттерионные поверхностно-активные вещества, неионогенные поверхностно-активные вещества и их комбинации. Анионогенные поверхностно-активные вещества включают алкиларилсульфонаты, сульфонаты, парафинсульфонаты, сульфаты спирта, этилсульфаты спирта, алкилкарбоксилаты и алкилэфиркарбоксилаты, алкил и этоксилированные алкилфосфатные эфиры, а также моно- и диалкилсульфосукцинаты и сульфосукцинаматы. Катионогенные поверхностно-активные вещества включают, но не ограничиваются, четвертичные алкилтриметиламмониевые соли, четвертичные алкилдиметилбензиламмониевые соли, четвертичные диалкилдиметиламмониевые соли и соли имидазолия. Неионогенные поверхностно-активные вещества включают, но не ограничиваются, алкоксилаты спирта, алкоксилаты алкилфенола, блок-сополимеры этилена, оксиды пропилена и бутиленоксиды, оксиды алкилдиметиламина, оксиды алкил-бис(2-гидроксиэтил)аминов, оксиды алкиламидо-пропилдиметиламина, оксиды алкиламидопропил-бис(2-гидроксиэтил)амина, алкилполиглюкозиды, полиалкоксилированные глицериды, сложные эфиры сорбитана, и полиалкоксилированные сложные эфиры сорбитана, и сложные эфиры и диэфиры алкоилэтиленгликоля. Также включены бетаины и султаны, амфотерные поверхностно-активные вещества, такие как алкил амфоацетаты и амфодиацетаты, алкиламфопропионаты и амфодипропионаты и алкилиминодипропионат. Предпочтительное поверхностно-активное вещество, подходящее для включения в поверхностно-активную композицию, содержит по меньшей мере один из  $C_{14-16}$  альфа-олефинсульфоната и додецилбензолсульфоната натрия.

В некоторых вариантах осуществления способов изобретения поверхностно-активная композиция включает по меньшей мере одно соединение четвертичного аммония, аминоксид, ионогенное или неионогенное поверхностно-активное вещество и их комбинации. Подходящие соединения четвертичного аммония включают, но не ограничиваются, алкилбензиламмониевую соль; бензилкокоалкил( $C_{12}$ - $C_{18}$ )диметиламмониевую соль; дикокоалкил( $C_{12}$ - $C_{18}$ )диметиламмониевую соль; диталлоу диметиламмониевую соль; метил ди(гидрированный таллоу-алкил)диметил четвертичная аммониевая соль; метил-бис(2-гидроксиэтилкокоалкил( $C_{12}$ - $C_{18}$ )) четвертичная аммониевая соль; соль метил диметил(2-этил)таллоу аммония; соль n-додецилбензилдиметиламмония; соль n-октадецилбензилдиметиламмония; соль n-додецилтриметиламмония; соль соевая алкилтриметиламмония; и соль гидрогенизированного таллоу-алкил(2-этилгексил)диметил четвертичного метиламмония. Предпочтительными солями вышеуказанных соединений являются хлориды и/или сульфаты.

Водорастворимые неионные мономеры включают, но не ограничиваются, акриламид, N-замещенные производные акриламида, гидроксиалкилакрилаты, и гидроксиалкилметакрилаты. Анионные мономеры включают, но не ограничиваются, соли акриловой кислоты, метакриловой кислоты, этакриловой кислоты, а-хлоракриловой кислоты, кротоновой кислоты, итаконовой кислоты, малеиновой кислоты, фумаровой кислоты, винилсульфоновой кислоты, и 2-акриламидо-2-метил пропансульфоновой кислоты. Катионные мономеры включают, но не ограничиваются, четвертичные соли диалкиламиноэтилметакрилата, диаллилдиметиламмоний хлорид, винилбензилтриметиламмоний хлорид и т.п. В некоторых вариантах осуществления изобретения неионные мономеры в набухающем полимере выбираются из группы, состоящей из акриламида, N,N-диметилакриламида, 2-гидроксиэтилметакрилата и их комбинаций.

В некоторых вариантах осуществления анионные мономеры в набухающем полимере представляют собой щелочную (например, натриевую) соль соединения, выбранного из группы, состоящей из акриловой кислоты, метакриловой кислоты, 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновой кислоты и их комбинаций. В некоторых вариантах осуществления изобретения катионный мономер в набухающем полимере представляет собой диаллилдиметиламмоний хлорид. Набухающий в воде сшитый полимер может быть синтезирован с соединениями, имеющими две этиленовые группы, сополимеризующиеся с водорастворимыми мономерами. Типичные сшивающие агенты включают N,N'-метилден-бис-акриламид, N, N'-метилден-бис-метакриламид, алкилиден-бис-акриламид, дивинилбензолсульфонат, этиленгликольдиакрилат, этиленгликольдиметакрилат, диаллилэтиленгликолевый эфир, дивиниловый эфир полиэтиленгликоля (например, диакрилат полиэтиленгликоля-600), дивиниловый эфир полиэтиленгликоля и подобные бифункциональные мономеры.

В некоторых вариантах осуществления изобретения поверхностно-активная композиция включает неионогенное поверхностно-активное вещество. В некоторых вариантах осуществления изобретения неионогенное поверхностно-активное вещество представляет собой коко-N-спиртовый амин или амид, который в некоторых вариантах осуществления изобретения представляет собой кокодиэтаноламид.

В некоторых вариантах осуществления изобретения по меньшей мере один из водорастворимого бранчера и сшивающего агента представляет собой аддукт глицерина и аллилглицидилового эфира, обозначаемый здесь как "В-бранчер". Другие типы бранчеров включают аддукты аллиламина и сополимера малеинового ангидрида и метилвинилового эфира, имеющие разные молярные соотношения аллиламина и ангидридов, называемые здесь "А-бранчерами".

В некоторых вариантах осуществления изобретения поверхностно-активная композиция включает гомополимер или сополимер диаллилдиметиламмоний хлорида (далее по тексту "DADMAC"), такой как описанный в патенте США № 4561905, который включен здесь в качестве ссылки во всей своей полноте. Сополимеры могут содержать от около 5 до около 30 мол.% водорастворимого анионного мономера. Эти сополимеры можно назвать полиамфолитами. В предпочтительном варианте осуществления изобретения анионный мономер представляет собой по меньшей мере одну из акриловой кислоты и метакриловой кислоты, которая иногда обозначается как (мет)акриловая кислота. Полимеры могут иметь истинную вязкость по меньшей мере 0,3, измеренную в 1 М NaNO<sub>3</sub> при 30°C. Количество водорастворимого анионного мономера, полимеризованного с DADMAC, может варьироваться от всего лишь около 5 до около 30 мол.%. Хотя метакриловая и наиболее предпочтительно акриловая кислота являются предпочтительными мономерами для сополимеризации с DADMAC, могут применяться другие анионные виниловые мономеры. Примерами таких мономеров являются малеиновая кислота, итаконовая кислота и фумаровая кислота. Кроме того, мономеры-разбавители могут быть терполимеризованы с DADMAC и водорастворимым анионным мономером и могут быть использованы в количествах до около 10 мол.%. Предпочтительными мономерами-разбавителями являются гидрокси C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-алкилакрилаты и/или метакрилаты. Другие мономеры-разбавители, которые могут применяться, включают, но не ограничиваются, акрилонитрил, акриламид, стирол, винилацетат и тому подобное. Полимер, содержащий мономеры-разбавители, является привлекательным с точки зрения того, что большинство мономеров-разбавителей являются недорогими и в большинстве случаев не оказывают существенного влияния на активность сополимера DADMAC, в который они были включены. Соплимеры и тройные полимеры DADMAC, как описано выше, подробно проиллюстрированы в патенте США № 4715962, раскрытие которого включено в настоящее описание посредством ссылки во всей своей полноте. Полимер может быть представлен в форме водного раствора или в виде эмульсии вода-в-масле, которая в присутствии определенного водорастворимого поверхностно-активного вещества (веществ) инвертирует в воду и позволяет полимеру, содержащемуся в эмульсии, быстро растворяться. Доза полимера DADMAC может составлять по меньшей мере около 25 частей полимера на миллион (т.е. граммов полимера на метрическую тонну обработанного металлосодержащего материала), предпочтительно от около 50 до около 2000 ч./млн. Полимер DADMAC, включающий сополимер и терполимер, может быть представлен в виде водного раствора, в котором содержание полимера в водном растворе составляет от около 10 до около 50% по весу водного раствора.

В некоторых вариантах осуществления изобретения поверхностно-активная композиция содержит поверхностно-активное вещество и природное масло с высоким содержанием терпена, такое как описано в патентах США №№ 5330671; 5527482; 5863456; 5876622; 5958287; и 6124366, каждый из которых включен в настоящее описание посредством ссылки во всей своей полноте. Поверхностно-активные композиции, включающие поверхностно-активное вещество и природное масло с высоким содержанием терпена, поставляются на рынок как часть систем подавления DUSTFOAM компанией Enviroflo Engineering, Ecolab. Природные масла с высоким содержанием терпена представляют собой те натуральные масла, которые имеют содержание терпена по меньшей мере около 50%. Природное масло с высоким содержанием терпена может содержать по меньшей мере около 90% терпена. Подходящие натуральные масла с высоким содержанием терпена включают, но не ограничиваются, масло из кожуры цитрусовых, которое включает, но не ограничивается ими, масло из апельсиновой кожуры (т.е. апельсиновое масло), масло из кожуры грейпфрута (т.е. масло грейпфрута) и масло из лимонной кожуры (т.е. лимонное масло). В некоторых вариантах осуществления изобретения предпочтительным является масло из апельсиновой кожуры, так как оно содержит от около 90 до около 94% терпена и очень распространено в некоторых частях мира. Сосновое масло также является используемым природным маслом с высоким содержанием терпена.

Поверхностно-активная композиция может включать от около 1 до около 15% по весу природного масла с высоким содержанием терпена, предпочтительно от около 8 до около 12 % по весу и более предпочтительно от около 8 до около 10% по весу. Количество натурального масла с высоким содержанием терпена будет зависеть от количества терпена в натуральном масле с высоким содержанием терпена. Например, в случае масла из апельсиновой кожуры масло из апельсиновой кожуры может присутствовать в поверхностно-активной композиции в количестве от около 1 до около 15% по весу или от около 8 до около 10% по весу. Терпен может разрушать масляные (жировые) отложения на рудных частицах, позволяя выщелачивающему агенту(ам) лучше контактировать с рудными частицами. Обычные поверхностно-активные вещества можно использовать в комбинации с натуральным маслом с высоким содержанием терпена, такие как по меньшей мере одно из анионогенного поверхностно-активного вещества и неионогенного поверхностно-активного вещества. Предпочтительным является анионогенное поверхностно-активное вещество, такое как соль жирной кислоты, алкилсульфат, алкилэфирсульфонат, алкиларилсульфонат, их кратные и их комбинации. Примеры предпочтительных поверхностно-активных веществ включают додецилбензолсульфонат натрия, сульфат лаурилового эфира натрия и соли, такие как натриевая соль вторичного алкансульфоната (например, Hostaspin SAS 60, представленный на рынке Hoechst). Кроме того, применение этоксилированных нонилфенолов с, например, от около 8 до около

10 моль этиленоксида и/или этоксилированных октилфенолов с, например, от около 8 до около 10 моль этиленоксида (например, алкиларилполигликолевого эфира N9) также возможно. В некоторых вариантах осуществления изобретения поверхностно-активная композиция содержит до около 40% по весу поверхностно-активного вещества(в), предпочтительно от около 15 до около 25% по весу поверхностно-активного вещества(в) и более предпочтительно от около 20 до около 22% по весу.

Поверхностно-активная композиция может дополнительно содержать множество добавок, таких как, например, антиоксидант и/или консервант. Примером подходящего антиоксиданта является бутилированный гидрокситолуол (т.е. 2,6-ди-трет-бутил-пара-крезол, "ВНТ"). Антиоксидант может присутствовать в композиции в количестве от около 0,01 до около 1% по весу, предпочтительно от около 0,08 до около 0,12% по весу. Подходящие консерванты включают, но не ограничиваются, формальдегид, метилпарабен, пропилпарабен, буру и их комбинации. Консервант может присутствовать в композиции в количестве от около 0,5 до около 5% по весу, предпочтительно от около 0,8 до около 1,2% по весу.

В тоже самое время в случае водной композиции вода может составлять большую часть поверхностно-активной композиции. Как правило, в случае водной композиции поверхностно-активная композиция может содержать от около 60 до около 80% воды по массе, в том числе от около 60 или от около 63%, или от около 66 до около 80%, или до около 75%, или до около 70% воды по массе. Вода может быть получена из пресной воды, морской воды, рассола, смесей воды и нетоксичных водорастворимых органических соединений, рециркулируемой технологической воды и их комбинаций.

Пример эффективной поверхностно-активной композиции включает около 11% додецилбензолсульфоната натрия, около 5% лауретсульфата натрия, около 9% масла из апельсиновой кожуры холодного отжима, около 3% алкиларилполигликолевого эфира N9, около 1% натриевой соли вторичного алкансульфоната, около 1% формальдегида и около 0,1% антиоксиданта; с балансом воды (все проценты по массе). Еще один пример эффективной поверхностно-активной композиции включает 10,95% (т.е. около 11%) додецилбензолсульфоната натрия, 5,1% (т.е. около 5%) лауретсульфата натрия, 9,1% (т.е. около 9%) апельсинового масла холодного отжима, 3,5% (т.е. около 3%) алкиларил полигликолевого эфира N9, 1,4% (т.е. около 1%) натриевой соли вторичного алкансульфоната, 1% формальдегида и 0,1% антиоксиданта. В некоторых вариантах осуществления изобретения баланс представляет собой воду (все проценты по массе).

Другой пример эффективной поверхностно-активной композиции включает от около 15 до около 20% (например, около 17%) C<sub>14-16</sub>-альфа-олефинсульфоната, от около 0,1 до около 3% (например, около 1%) масла из апельсиновой кожуры, от около 0,1 до около 2% (например, около 0,6%) кокодиэтаноламида и от около 0,01 до около 1% (например, около 0,1%) антиоксиданта. В некоторых вариантах осуществления изобретения баланс представляет собой воду (все проценты по массе).

Поверхностно-активная композиция может быть дозирована на металлосодержащий материал в количестве от около 1 до около 10000 ч./млн, в том числе от около 1 ч./млн, или от около 5 ч./млн, или от около 10 ч./млн, или от около 15 ч./млн, или от около 20 ч./млн, до около 10000 ч./млн, или до около 1000 ч./млн, или до около 500 ч./млн, или до около 100 ч./млн, или до около 50 ч./млн, или до около 40 ч./млн. В предпочтительном варианте осуществления изобретения поверхностно-активная композиция дозируется на металлосодержащий материал в количестве от около 20 до около 40 ч./млн. Ссылаясь на дозировку поверхностно-активной композиции, термин "части(ей) на миллион" (т.е. "ч./млн") относится к граммам поверхностно-активного вещества на метрическую тонну обработанного металлосодержащего материала (например, руды). Поверхностно-активную композицию можно дозировать на металлосодержащий материал в количестве около 1 ч./млн или более, или около 5 ч./млн или более, или около 10 ч./млн или более, или около 15 ч./млн или более, или около 20 ч./млн или более, или около 25 ч./млн или более, или около 30 ч./млн или более, или около 35 ч./млн или более, или около 40 ч./млн или более, или около 45 ч./млн или более, или около 50 ч./млн или более. Дозировки основаны на общем составе поверхностно-активной композиции в металлосодержащем материале.

Раскрытые способы могут применяться с любым типом выщелачивающей композиции, подходящей для способов извлечения. Выщелачивающая композиция объединяется в какой-то момент во время воздействия поверхностно-активного вещества для извлечения металла из металлосодержащего материала, причем эффективность выщелачивания может быть повышена из-за меньшего поверхностного натяжения, создаваемого активностью поверхностно-активной композиции. Выщелачивающие композиции включают по меньшей мере один выщелачивающий агент, например кислоту, основание или соль. Следует понимать, что один или несколько выщелачивающих агентов могут применяться в комбинации. Выщелачивающая композиция может дополнительно включать добавку, которая может быть представлена растворителем.

В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой кислоту, которая может быть слабой кислотой, сильной кислотой или комбинацией нескольких кислот. Подходящие кислоты включают, но не ограничиваются, азотную кислоту, фтористоводородную кислоту, соляную кислоту, серную кислоту, фосфорную кислоту, хлорную кислоту и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой основание или комбинацию нескольких оснований. Подходящие основания включают, но не ограничиваются, карбонат

(например, по меньшей мере один из бикарбоната натрия, карбоната аммония и растворенного диоксида углерода), гидроксильное основание (например, по меньшей мере один из гидроксида натрия, гидроксида калия и гидроксида аммония), газообразный аммиак и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой соль. Подходящие соли включают, но не ограничиваются, цианид (например, по меньшей мере один из цианида натрия, цианида калия и цианида кальция), сульфат железа (III), хлорид железа (III), хлорид меди (II), хлорид железа (II) и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой озон. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой тиосульфат (например, тиосульфат натрия), тиомочевину, тиосерную кислоту и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой по меньшей мере один из дитиооксамида (например, рубеновая кислота) и замещенного дитиооксамида. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающий агент представляет собой галогенсодержащее соединение. В предпочтительном варианте осуществления изобретения выщелачивающий агент выбирают из группы, состоящей из кислоты, цианида и их комбинаций.

Подходящие добавки, которые могут быть применены в выщелачивающей композиции, включают, но не ограничиваются, окислитель и хелатирующий агент.

Хелатирующий агент может быть применен для улавливания желаемого металла для извлечения металла. В некоторых вариантах осуществления изобретения хелатирующий агент добавляют для улавливания металлического материала, который может препятствовать выщелачиванию и извлечению одного или нескольких желаемых металлов.

Например, хелатирующий агент может быть добавлен для улавливания ионов кальция, магния или других щелочноземельных металлов в водной фазе металлосодержащей пульпы. Было обнаружено, что добавление хелатирующего агента улучшает, например, извлечение золота в некоторых рудах. Считается, что хелатирующие агенты могут регулировать осаждение нерастворимых солей и замедлять блокирование пор, присутствующих в рудных частицах, нерастворимыми солями. Считается, что удаление ионов щелочноземельных металлов способствует хорошему контакту между выщелачивающим агентом и желаемым металлом (например, золотом) рудных частиц. Было обнаружено, что, например, применение этилендиаминтетрауксусной кислоты или ее солей (одна или обе, упоминаемых здесь как "EDTA") в качестве хелатирующего агента улучшает извлечение золота в некоторых рудах на от около 5 до около 10% по сравнению с рудными пульпами без хелатирующего агента. Примеры хелатирующих или улавливающих агентов, которые могут быть применены, включают, но не ограничиваются, этилендиаминтетрауксусную кислоту, нитрилтриуксусную кислоту, диэтилентриаминпентауксусную кислоту, метандифосфоновую кислоту, диметиламинометан-1,1 дифосфоновую кислоту, аминотриметилентрифосфоновую кислоту, гексаметафосфат натрия, 1-гидроксиэтан-1,1 дифосфоновую кислоту и их соли. Количество добавляемого хелатирующего агента может варьироваться в зависимости от, например, компонентного состава металлосодержащего материала. Хелатирующий агент может быть добавлен в количестве от около 0,04 до около 2 фунтов хелатирующего агента на тонну металлосодержащего материала (например, руды) или от около 0,8 до около 1,4 фунта хелатирующего агента на тонну металлосодержащего материала.

Подходящие растворители для включения в выщелачивающую композицию включают, но не ограничиваются, воду. Можно использовать любой подходящий источник воды для водных выщелачивающих композиций. Например, вода может быть получена из пресной воды, морской воды, рассола, смесей воды и нетоксичных водорастворимых органических соединений, рециркулируемой технологической воды или любой их комбинаций.

В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающая композиция может представлять собой водный раствор, содержащий по меньшей мере один выщелачивающий агент, и необязательно одну или несколько добавок. В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающая композиция может представлять собой водный раствор, включающий цианид (например, из  $\text{NaCN}$ ,  $\text{KCN}$  и/или  $\text{Ca(CN)}_2$ ). В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающая композиция может представлять собой водный раствор, включающий тиосульфат (например, из тиосульфата натрия). В некоторых вариантах осуществления изобретения выщелачивающая композиция представляет собой водный галогенсодержащий раствор. Водный галогенсодержащий раствор может включать один или несколько окислителей. Подходящие окислители включают те, которые имеют стандартный окислительно-восстановительный потенциал более чем 900 мВ, такие как азотная кислота, перекись водорода и хлор. Такие выщелачивающие композиции могут быть пригодны для извлечения золота из рудных материалов.

Выщелачивающие композиции могут быть нанесены на металлосодержащий материал в количестве, достаточном для выщелачивания по меньшей мере части металла, содержащегося в металлосодержащем материале, в зависимости от нескольких факторов, включая, но не ограничиваясь, количество металлосодержащего материала, площадь поверхности металлосодержащего материала, концентрацию металла в металлосодержащем материале, концентрацию выщелачивающей композиции, доступное оборудование для выщелачивания и т.д. Специалист в данной области способен определить достаточное коли-

чество выщелачивающей композиции без излишнего проведения эксперимента.

Типовые выщелачивающие агенты/композиции приведены в табл. 1.

Таблица 1. Выщелачивающие агенты/составы

| Категория | Выщелачивающий агент                                                               | Применение                                                             |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Кислоты   | Разбавленная $H_2SO_4$                                                             | Оксиды меди, оксид цинка, латеритный никель                            |
|           | Разбавленная $H_2SO_4$ с окислителем                                               | Сульфиды Cu, Ni и Zn, окисленная урановая руда                         |
|           | Концентрированная $H_2SO_4$                                                        | Сульфидный медный концентрат, латериты                                 |
|           | Азотная кислота                                                                    | Сульфиды Cu, Ni и Mo сульфиды, урановые концентраты, оксид циркония    |
|           | Фтористоводородная кислота                                                         | Колумбит-танталитовая руда                                             |
|           | Соляная кислота                                                                    | Титановые руды, никелевый штейн, восстановленный касситерит            |
| Основания | Гидроксид натрия                                                                   | Боксит                                                                 |
| Соли      | Карбонат натрия                                                                    | Оксид урана, шеелит                                                    |
|           | Гидроксид аммония                                                                  | Сульфид никеля, сульфид меди, восстановленный латерит                  |
|           | Сульфат/хлорид железа                                                              | Концентраты сульфидов неблагородных металлов                           |
|           | Хлорид меди                                                                        | Концентраты сульфидов неблагородных металлов                           |
|           | Соль цианида ( <i>например</i> , цианид натрия, цианид калия и/или цианид кальция) | Золотые и серебряные руды                                              |
| Вода      | Хлорид железа                                                                      | Сульфид никеля                                                         |
|           | Вода                                                                               | Сульфиды и хлориды, ванадат натрия, молибдат натрия, вольфрамат натрия |

В предпочтительном варианте осуществления изобретения золото и/или серебро выщелачиваются из руды, содержащей золото и/или серебро, с применением цианидной соли. Соль цианида растворяется в водном щелочном или нейтральном растворе, который может быть использован в качестве выщелачивающего агента.

Раскрытые способы могут быть использованы с любым типом металлосодержащего материала, такого как рудный материал, концентрат, осадок или любой другой металлосодержащий материал, из которого может быть извлечен ценный металл. Металлосодержащий материал может представлять собой оксидную руду, сульфидную руду или комбинацию оксидных и сульфидных руд. Минералы в рудном материале могут включать ряд оксидов, гидроксидов и сульфидов. Металлы, которые могут быть извлечены из металлосодержащих материалов, включают, но не ограничиваются, золото, серебро, платину, родий, иридий, осмий, палладий, алюминий, индий, галлий, теллур, ртуть, висмут, кадмий, свинец, цинк, медь, никель, кобальт, молибден, рений, рутений, германий, бериллий, железо, уран, иттрий, титан, лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций и их комбинации. В предпочтительном варианте осуществления изобретения металлы, которые извлекаются из металлосодержащих материалов, включают по меньшей мере одно из золота, серебра и меди.

Раскрытые способы могут быть применены в любом типе добывающей металлургии. Добывающая

металлургия включает в себя способы извлечения металлов из металлосодержащих материалов (например, минеральная руда) физическими и/или химическими способами. Добывающая металлургия включает гидрометаллургию, пирометаллургию и электрометаллургию. Гидрометаллургия - это технология извлечения металлов с помощью водных физико-химических способов; пирометаллургия охватывает сухие физико-химические способы при повышенных температурах; и электрометаллургия имеет дело с электролитическими способами. Электрометаллургия может быть объединена с двумя другими способами, причем электролиз в водных средах используется в гидрометаллургии, а электролиз в расплавленных средах применяется в пирометаллургии.

Способы добывающей металлургии могут включать операции, которые влияют на обогащение и/или разделение металлов. Например, добывающая металлургия может включать способы измельчения (например, дробление или размол), способы физического обогащения (например, магнитная, гравитационная и электростатическая сепарация), способы физико-химического обогащения (например, флотация), и способы разделения твердой и жидкой фаз (например, системы фильтрации, противоточные схемы декантации (CCD), загустители, центрифуги и тому подобное).

Гидрометаллургия обычно осуществляется в три отдельные последовательные физико-химические стадии: (а) селективное растворение металлов, содержащихся в твердой фазе (например, выщелачивание); (b) очистка и/или обогащение водных растворов, содержащих целевые металлы (например, осаждение, цементация, ионный обмен или экстракция растворителем); (с) селективное извлечение металлов (например, электроэкстракция, элетрорафинирование или восстановление водородом).

Выщелачивание металлосодержащих материалов может быть достигнуто путем воздействия на контакт между металлосодержащим материалом и выщелачивающей композицией. Насыщенный раствор, полученный в результате способа выщелачивания, может содержать растворенные металлы (например, индий, серебро, золото, медь, цинк, свинец, галлий и т.п. и их комбинацию), остаточные выщелачивающие агенты и/или другие материалы. Растворимые ионы или металлокомплексы в насыщенном растворе могут быть селективно выделены из насыщенного выщелачивающего раствора на последующих стадиях очистки/извлечения. Такие стадии очистки/извлечения могут включать, например, извлечение растворением, фильтрование, центрифугирование, электролиз, электроэкстракцию, осаждение, ионный обмен и/или флотацию.

Условия выщелачивания могут зависеть от выщелачиваемого металлосодержащего материала и выбранной выщелачивающей композиции. Выщелачивание может происходить в условиях окружающей среды, или при повышенных температурах, и/или при повышенном давлении. Например, температура может варьироваться от температуры окружающей среды (например, от 10°C) до 200°C; давление может варьироваться от атмосферного давления (например, от 14,7 фунтов на квадратный дюйм (101 кПа)) до 750 фунтов на квадратный дюйм (5,2 МПа). Время извлечения может варьироваться от дней до нескольких месяцев, до нескольких лет в зависимости от размера частиц, минералогии, скорости извлечения, рентабельности долговременного выщелачивания или их комбинации. Выщелачивание может включать различные циклы выщелачивания (например, периодические, непрерывные или многократные периодические с перерывами); направление потоков (например, прямоточный, противоточный или смешанный); стадии (например, одностадийный, многостадийный или дифференциально-стадийный); способы концентрирования (например, просачивание или диспергированные твердые частицы).

Фактический механизм выщелачивания может включать простое растворение, обеспечиваемое введением подходящего растворителя, или может включать растворение, которое возможно благодаря химической реакции. Эффективность и скорость выщелачивания могут зависеть от многих факторов, включая скорость, с которой вводится раствор выщелачивания, количество металла в металлосодержащем материале и способность металлосодержащего материала к выщелачиванию.

Способы выщелачивания, которые могут быть применены для извлечения ценных металлов из металлосодержащих материалов, обычно включают подземное выщелачивание (in-situ), выщелачивание из отвалов, кучное выщелачивание, чановое выщелачивание, выщелачивание с перемешиванием или их комбинацию. Выбор типа применяемого способа выщелачивания может быть основан на нескольких факторах, таких как, например, сорт рудного материала, содержание глины в рудном материале, твердость рудного материала или особенность реакции рудного материала на различные способы выщелачивания. Система выщелачивания из отвалов или кучного выщелачивания может предусматривать снижение капитальных (стоимость оборудования) затрат и эксплуатационных (энергетические) затрат, а, следовательно, могут быть выбраны для низкосортных рудных материалов или для высокосортных рудных материалов, которые хорошо реагируют на кучное выщелачивание, что приводит к высокой эффективности извлечения металлов. С другой стороны, выщелачивание с перемешиванием может обеспечить более быстрое и полное извлечение желаемого металла(ов), может быть более простым в управлении и может обеспечить более высокую степень извлечения вторичных ценных металлов, таких как кобальт. Выщелачивание с перемешиванием может предусматривать капитальную стоимость дополнительного оборудования, такого как мельницы, резервуары для выщелачивания и осветлительные установки, и может иметь более высокие эксплуатационные расходы из-за, например, электроэнергии, необходимой для перемолла металлосодержащего материала, и химических веществ, необходимых для разделения твердой и жидкой фаз.

Подземное выщелачивание (in-situ) включает нанесение выщелачивающего раствора непосредственно на том месте, где руда залегает в пределах ее месторождения. Затем насыщенный раствор для выщелачивания может быть извлечен и отправлен на последующие стадии очистки/извлечения.

Выщелачивание из отвалов включает штабелирование металлосодержащего материала и нанесение выщелачивающего раствора на верх кучи, из которой он просачивается под действием силы тяжести и собирается на дне кучи. Выщелачивание из отвалов может быть применено для рядовой руды из рудника ("ROM"). Выщелачивание из отвалов может быть предпочтительным для выщелачивания руд с очень низким содержанием целевого металла, обычно с содержанием, ниже которого добыча становится экономически нерентабельной для основной производственной линии, известных как минерализованные отходы.

Кучное выщелачивание включает дробление металлосодержащего материала, штабелирование раздробленного материала и нанесение выщелачивающего раствора на верх кучи, откуда он просачивается под действием силы тяжести, собираясь на дне кучи. Куча может быть не менее 10 футов (3,1 м) в высоту, по меньшей мере 30 (9,1 м) или более футов в высоту, по меньшей мере 100 футов (30,5 м) или более в ширину и длиной до 2600 футов (793 м) в промышленных масштабах. Раздробленный металлосодержащий материал при необходимости может агломерироваться (например, с помощью концентрированной серной кислоты) перед выщелачиванием для достижения однородного размера частиц, что может улучшить равномерное просачивание выщелачивающего раствора. В способе кучного выщелачивания кучи могут быть как динамическими, так и постоянными. В случае динамических куч, которые также называются двухпозиционными кучами, руда после выщелачивания может быть перемещена в место конечного расположения хвостов, а основание кучи может быть повторно использовано. В случае постоянных или статичных куч новые кучи могут быть сформированы поверх предыдущих, либо с использованием, либо без использования существующей непроницаемой площадки.

Нанесение и распределение выщелачивающего раствора на отвал или кучу может выполняться на верх отвала или кучи, например, посредством капельниц или треновых оросительных установок. Обработанные жидкости могут просачиваться или протекать через кучу. Типичный расход потока выщелачивающей композиции составляет около 0,005 галлонов (0,019 л) жидкости в минуту на квадратный фут верхней поверхности кучи. Просачивание обычно может представлять собой самостоятельный гравитационный поток, и, следовательно, скорость потока может определяться в основном скоростью подачи и проницаемостью кучи. Обычно расход потока просачивания через кучу может варьироваться от около 0,001 до около 0,01 галлонов (от 0,004 до 0,04 л) жидкости в минуту на квадратный фут (0,09 м<sup>2</sup>) (горизонтальной плоскости). Когда жидкости достигают непроницаемой площадки на дне отвала или кучи, они могут сливаться или стекать в сторону к водоему или водохранилищу. Непроницаемая площадка может быть сформирована, например, из полиэтилена или уплотненной глины. Насыщенный раствор, содержащий целевой металл и выходящий из свалки или кучи, может быть направлен на последующие стадии очистки/выделения для извлечения металла. Выщелоченная руда может быть промыта, чтобы восстановить оставшийся выщелачивающий раствор, содержащий растворенные металлы и остаточные реагенты, такие как кислота.

Чанное выщелачивание (в статичных баках) включает в себя набор баков квадратного поперечного сечения, в которые загружается раздробленный металлосодержащий материал (например, раздробленная руда), а выщелачивающий раствор подается таким образом, чтобы он тек либо вверх, либо вниз, тем самым затопляя слой раздробленного материала. Поток выщелачивающего раствора может быть одноподанным. Цикл выщелачивания может составлять от 6 до 12 дней.

Выщелачивание с перемешиванием включает диспергирование водной пульпы раздробленных и измельченных металлосодержащих материалов в одном или нескольких смесителях. Соединение жидкости с металлосодержащим материалом с целью получения пульпы может быть осуществлено с помощью любой одной или более различных технологий и устройств, таких как, например, поточное смешивание или с применением бака-мешалки или другой подходящей емкости. Пульпа может иметь концентрацию твердого металлосодержащего материала (плотность пульпы) порядка менее 50% по весу потока и предпочтительно около 40% по массе потока. Однако можно использовать другие плотности пульпы, которые пригодны для транспортировки и последующей обработки. Пульпа металлосодержащего материала может быть диспергирована в выщелачивающем растворе, например, путем вдувания газа или механического перемешивания.

Выщелачивание с перемешиванием может проводиться при атмосферном давлении, повышенном давлении или их комбинации. Раздробленный металлосодержащий материал, подлежащий выщелачиванию с перемешиванием, может быть измельчен или помолот в жидкой среде до требуемого распределения по крупности для достижения приемлемого извлечения металла при выщелачивании, при этом полученные твердые металлосодержащие частицы добавляются в установку(и) выщелачивания с перемешиванием в виде водной пульпы. Материал может быть помолот до 100% - 65 меш Тайлера или 100% меш Тайлера. Содержание твердых веществ в пульпе может составлять от 35 до 55% или от 40 до 50% по массе. Водная часть пульпы может быть получена, например, из пресной воды, морской воды, рассола, смесей воды и нетоксичных водорастворимых органических соединений, рециркулизованной технологической воды или любой их комбинаций. Таким образом, при выщелачивании с перемешиванием в систе-

му выщелачивания с металлосодержащим материалом обычно может вводиться значительное количество воды. Эта вода в конечном итоге может убывать или быть удалена из системы для поддержания водного баланса. Вода может быть удалена из системы с выщелоченными твердыми веществами в хвостах или прерывистыми сливаниями в течение цикла. По окончании выщелачивания с перемешиванием в бачке выщелоченные твердые вещества могут быть отделены и промыты с помощью, например, противотокового загущивания и промывки, фильтрации или их комбинации. Любой желаемый металл или другие ценные металлы в воде, удаляемые с выщелоченными твердыми веществами, могут быть потеряны (так называемая "потеря при растворении металла"). Выщелачивающий агент в этой воде также может быть потерян и может быть нейтрализован перед окончательным удалением выщелоченных твердых веществ. По сравнению с другими способами время выщелачивания при выщелачивании с перемешиванием может быть меньше из-за меньшего размера частиц (большей удельной площади) и по причине турбулентности в бачке, которая обеспечивает более высокую диффузию между реагентом и металлосодержащим материалом.

Гидрометаллургические способы извлечения могут быть чувствительны к размеру частиц. Некоторые металлосодержащие материалы достаточно проницаемы для выщелачивающей композиции; следовательно, относительно крупные частицы материала могут быть эффективно выщелачиваемы. Однако многие металлосодержащие материалы довольно непроницаемы. Если частицы слишком велики, выщелачивающая композиция может не проникать внутрь частиц, и выщелачивание может быть неполным. Кроме того, использование крупных частиц может привести к слишком высокой скорости просачивания для эффективного кучного выщелачивания или выщелачивания из отвалов. Поэтому материалы могут быть уменьшены в размерах перед выщелачиванием, чтобы увеличить площадь поверхности обрабатываемого материала и уменьшить потребность в глубоком проникновении выщелачивающей композиции в частицы. С другой стороны, если частицы слишком малы, хотя выщелачивающий раствор может эффективно проникать в металлосодержащий материал, скорость просачивания может стать настолько медленной, что может привести к нецелесообразности. Таким образом, частицы недостаточной величины могут быть "агломерированы", например, путем добавления цемента.

Металлосодержащие материалы, подвергнутые выщелачиванию, могут быть уменьшены до размера частиц в способах извлечения, если это необходимо. Различные широкие диапазоны размеров частиц могут быть спроектированы для применения кучного выщелачивания или выщелачивания из отвалов, чанного выщелачивания, выщелачивания с перемешиванием или их комбинаций. Например, кучное выщелачивание или выщелачивание из отвалов может быть выполнено с использованием материала, раздробленного до P80 (размер продукта составляет 80% от указанного номинального размера) от около  $\frac{1}{8}$  дюйма (32 мм) до более чем 1 дюйма (25,4 мм). Выщелачивание с перемешиванием может проводиться при размере менее чем около 500 мкм (около 0,5 мм). В различных вариантах осуществления изобретения может быть желательным иметь более мелкие размеры, чем около 500 мкм, чтобы избежать любые потенциальные проблемы с истиранием. В различных вариантах осуществления изобретения выщелачивание с перемешиванием может выполняться при размере около 50 мкм. В различных других вариантах осуществления изобретения чанное выщелачивание может быть выполнено с использованием материала, раздробленного (и, возможно, молотого до более мелкого размера) до P80 от около 0,2 дюйма (около 5 мм) до более чем около 1 дюйма (около 25,4 мм).

Возможно применение множества приемлемых способов и устройств для уменьшения размера частиц металлосодержащего материала. Подходящие устройства включают, но не ограничиваются, шаровые мельницы, башенные мельницы, измельчительные мельницы особо тонкого помола, атриторные мельницы, мельницы с перемешиванием или любую их комбинацию. Контролируемый тонкий помол может быть достигнут путем использования устройства тонкого помола, такого как, например, мельница с перемешиванием с горизонтальным валом с отбойными перегородками или вертикально перемешиваемая мельница без отбойных перегородок. Если применяется горизонтальная мельница, может быть использована любая измельчающая среда, которая позволяет получить желаемый гранулометрический состав, тип и размер которых могут зависеть от выбранного применения, желаемого размера продукта, спецификаций производителя аппарата помола и тому подобного. Типовые среды включают, например, песок, кремнезем, металлическую дробь, керамический абразив и керамические шарики.

В различных вариантах осуществления изобретения дробление металлосодержащих материалов может проводиться без добавления воды. Однако в других вариантах осуществления изобретения может применяться при необходимости дробление "с промывкой водой" для элюирования мелких материалов, образующихся во время операции дробления, или комбинаций сухого дробления и дробления "с промывкой водой". В различных вариантах осуществления изобретения помол может проводиться с добавлением воды. Добавление воды для помола может быть достигнуто, например, из доступной пресной воды, солоноватой воды, рециркулирующих нейтральных хлоридных растворов или любого другого источника.

Частицы металлосодержащего материала подвергаются гранулометрии. Технология циклонов (например, использование циклонов или мини-циклонов) может быть применена для облегчения гранулометрии относительно крупных материалов от относительно тонких материалов. При необходимости стадия разделение твердой и жидкой фаз может быть использована для удаления избыточной перерабатываемой жидкости, где выбранный способ и устройство помола используют жидкий перерабатывающий

агент (такой как, например, технологическая вода) для облегчения помола (например, на стадии сверхтонкого помола).

В некоторых вариантах осуществления изобретения металлосодержащие материалы могут быть агломерированы для увеличения размера частиц для выщелачивания. Раздробленный металлосодержащий материал может быть направлен в устройство агломерации, например с помощью конвейерной ленты. При необходимости к раздробленному продукту во время транспортировки может быть добавлена вода, например, в тех случаях, когда металлосодержащий материал очень сухой и содержит большое количество мелких частиц. Добавление воды на конвейерную ленту может осуществляться несколькими способами, такими как разбрызгивание, и может минимизировать образование пыли, тем самым обеспечивая более благоприятные условия для работы. Затем раздробленный материал может быть разбрызган вместе с водным раствором, содержащим агломерационный вспомогательный агент, и обработан в роторном барабане. Количество воды, приложенной к материалу во время этого разбрызгивания, обычно может составлять от около 2 или 3% до около 10 или 12% в расчете на массу материала (например, добытая руда содержит от около 3 до около 10% воды, с балансом твердых веществ, которые оставались бы при сушке в печи). Агломерационный вспомогательный агент может быть растворен в этой воде в концентрации, которая обеспечивает содержание агломерационного вспомогательного агента в металлосодержащем материале, что эффективно влияет на обеспечение требуемой проницаемости. Во время или вскоре после разбрызгивания раствора агломерационного вспомогательного агента может потребоваться механическое перемешивание материалов с целью распределения агломерационного вспомогательного агента в материале. Такое механическое перемешивание может быть обеспечено путем обработки в роторном барабане (например, обработка в роторном барабане водным раствором агломерационного вспомогательного агента может быть выполнена во вращающемся барабанном агломераторе или шнеке-смесителе, или металлосодержащий материал может быть обработан и перемешан механическим действием конвейерной передаточной ленты или каскадным перемещением материала, когда сформирована куча). Вращающееся действие может быть обеспечено в течение очень короткого периода времени, и обычно этот период времени составляет менее 1 мин.

Водные выщелачивающие композиции, содержащие выщелоченный металл (также называемый "насыщенным раствором"), затем могут быть направлены на дальнейшие способы извлечения и очистки для извлечения выбранного металла. Насыщенный раствор из способа выщелачивания может подвергаться стадиям очистки/извлечения, по мере необходимости, для восстановления желаемой ценности(ей) металла. Подходящие способы включают, но не ограничиваются, извлечение металлов путем осаждения, циклоническую сепарацию, сгущение и фильтрацию, электроэкстракцию, электролиз, экстракцию растворителем, адсорбцию активированного угля, адсорбцию ионообменной смолы, рециркуляцию выщелачивающего раствора или любую их комбинацию. Активированный уголь или ионообменные смолы могут быть отделены от остатка от выщелачивания, например, путем просеивания.

Экстракция растворителем может быть проведена любым известным способом. С насыщенным раствором можно контактировать с помощью органической фазы, содержащей металл-специфический экстракционный реагент, который извлекает металл из водной фазы в неводную фазу. Каждое извлечение может быть проведено путем смешивания органической фазы и насыщенного раствора и обеспечения оседания двух фаз. Это смешение-осаждение может быть выполнено в параллельной последовательности резервуаров для смешивания-осаждения с противоточным потоком водной и неводной фаз. Экстракции растворителем могут быть осуществлены с использованием смесителей-отстойников для экстракции растворителем, в которых органическая фаза и водный выщелачивающий раствор интенсивно перемешаны в смесителе, и полученную дисперсию органического и водного веществ затем направляют в отстойник, где две фазы осаждаются, и из которого выходит прозрачная органическая фаза и прозрачная водная фаза. Способ экстракции растворителем может включать, например, 2 стадии экстракции и 2 стадии снятия верхнего слоя или 2 стадии экстракции и 1 стадию снятия верхнего слоя. Другим примером является 1 этап экстракции, за которым следуют 2 стадии экстракции и 1 стадия снятия верхнего слоя в так называемой последовательно-параллельной конфигурации. В последовательно-параллельной конфигурации высокосортный выщелачивающий раствор может быть обработан на двух стадиях экстракции, а низкосортный выщелачивающий раствор на одиночной стадии экстракции. В некоторых случаях также могут использоваться стадии промывки. После экстракции растворителем насыщенный раствор, в настоящее время обедненный металлом, может быть возвращен обратно в способ выщелачивания. Выщелачивающий раствор, обедненный металлом, который выходит из способа экстракции растворителем, можно назвать рафинатом. Способ экстракции растворителем может извлекать от 80 до 95% металла в выщелачивающем растворе. Таким образом, рафинат может содержать около 5-20% выщелоченного металла. Рафинат может быть возвращен обратно в способ выщелачивания и составлять основную часть выщелачивающего раствора, используемого в способе выщелачивания.

Эффективность извлечения металла может быть увеличена, по меньшей мере частично, путем минимизации потерь растворимого металла в оставшихся твердых материалах (например, целлюлозных материалах), которые составляют отходы. Выщелоченные твердые вещества из способа выщелачивания

могут обрабатываться химическими или физическими способами или комбинацией химических или физических способов с целью доведения материалов до состояния, приемлемого для экологии окружающей среды. Способ выщелачивания может также применяться к концентрату, который извлекается из руды с использованием физических или химических концентрационных способов или комбинаций химических или физических способов.

Вышеизложенное описание может быть лучше понято со ссылкой на следующий пример, который представлен с целью иллюстрации и не предназначен для ограничения объема изобретения.

#### Пример

Золотосодержащую руду обрабатывали 20 и 40 ч./млн поверхностно-активной композицией, содержащей 17,3% (т.е. около 17%) додецилбензолсульфоната натрия; 1,0% (т.е. около 1%) масла апельсиновой корки холодного отжима; 0,6% (т.е. около 0,6%) кокодиэтаноламида; и 0,13% антиоксиданта; при этом баланс составили при помощи воды (все проценты составляют по массе), и количество извлеченного золота измеряли и сравнивали с необработанным образцом. Смешанный продукт поверхностно-активных веществ добавляли в золотосодержащую руду, обработанную цианидом, и оценивали с использованием стандартного бутылочного теста. Бутылочные тесты проводили с различными дозами от 0 ч./млн, 20 ч./млн и 40 ч./млн. Как показано в табл. 2, количество золота, извлеченного из обработанных образцов, было выше по сравнению с необработанными образцами. Хотя тест проводили с использованием конкретной поверхностно-активной композиции, другие поверхностно-активные вещества и/или полимеры, которые снижают поверхностное натяжение отбросного раствора, как ожидается, аналогичным образом повысят эффективность выщелачивания. Поверхностно-активные вещества могут быть нанесены на металлосодержащие материалы, содержащие, например, любой высокоценный металл, такой как, например, золото, серебро и медь.

Таблица 2. Извлечение золота в пересчете на сухое вещество

| Доза поверхностно-активного вещества | Средняя эффективность выщелачивания |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 0 ч./млн.                            | 83,76%                              |
| 20 ч./млн.                           | 84,26%                              |
| 40 ч./млн.                           | 84,77%                              |

Любые диапазоны, заданные либо в абсолютных терминах, либо в приблизительных терминах, предназначены для охвата и тех, и других, и любые определения, используемые здесь, предназначены для уточнения, а не для ограничения. Несмотря на то, что числовые диапазоны и параметры, определяющие широкий объем изобретения, являются приближениями, численные значения, указанные в конкретных примерах, сообщены как можно точнее. Любое числовое значение, однако, по своей сути содержит определенные ошибки, неизбежно возникающие в результате стандартного отклонения, обнаруженного в их соответствующих тестовых измерениях. Кроме того, все диапазоны, раскрытые здесь, следует понимать как охватывающие любые и все поддиапазоны (включая все дробные и целые значения), включенные в него.

Все ссылки, включая публикации, заявки на патенты и патенты, приведенные в настоящем описании, включены в настоящее описание посредством ссылки в той же степени, как если бы каждая ссылка была индивидуально и конкретно указана для включения в качестве ссылки и была изложена здесь полностью.

Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения описаны в настоящем описании, включая лучший известный авторам настоящего изобретения способ осуществления изобретения. Вариации этих предпочтительных вариантов осуществления изобретения могут стать очевидными для специалистов в данной области техники после прочтения вышеприведенного описания. Авторы настоящего изобретения ожидают, что квалифицированные специалисты смогут осуществить такие варианты надлежащим образом, и авторы настоящего изобретения предполагают для настоящего изобретения возможность быть реализованным иначе, чем конкретно описано здесь. Соответственно настоящее изобретение включает все модификации и эквиваленты сущности изобретения, указанной в формуле изобретения, прилагаемой к настоящему документу, как это разрешено применимым законодательством. Более того, любая комбинация вышеописанных элементов во всех возможных вариациях охватывается изобретением, если иное не указано здесь или явно противоречит контексту.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения металла из металлосодержащей руды, включающий получение пульпы, содержащей металлосодержащую руду, воду, поверхностно-активную композицию, содержащую природное масло с содержанием терпена по меньшей мере 50%, и выщелачивающий агент, содержащий кислоту или цианид;

извлечение по меньшей мере части металла из пульпы, причем извлеченный металл представляет собой по меньшей мере один из группы, состоящей из золота, серебра и меди.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно руду измельчают до получения пульпы.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит аниогенное поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из алкиларилсульфоната, олефинсульфоната, парафинсульфоната, сульфата спирта, эфирсульфата спирта, алкилкарбоксилата, алкилэфиркарбоксилата, этоксилированного алкилфосфатного эфира, моноалкилсульфосукцината, диалкилсульфосукцината, моноалкилсульфосукцината, диалкилсульфосукцината и их комбинаций.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит катиогенное поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из соли четвертичного алкилтриметиламмония, соли четвертичного алкилдиметилбензиламмония, соли четвертичного диалкилдиметиламмония, соли имидазолия и их комбинаций.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция содержит неиогенное поверхностно-активное вещество, выбранное из группы, состоящей из алкоксилата спирта, алкоксилата алкилфенола, блок-сополимера этиленоксида, блок-сополимера пропиленоксида, блок-сополимера бутиленоксида, оксида алкилдиметиламина, оксида алкил-бис(2-гидроксиэтил)амин, оксида алкиламидопропилдиметиламина, оксида алкиламидопропил-бис(2-гидроксиэтил)амин, алкилполиглюкозида, полиалкоксилированного глицерида, сложного эфира сорбитана, сложного эфира полиалкоксилированного сорбитана, сложного эфира алкилполиэтиленгликоля, сложного диэфира алкоилполиэтиленгликоля и их комбинаций.

6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что природное масло с высоким содержанием терпена выбрано из группы, состоящей из масла из кожуры апельсина, масла из кожуры грейпфрута, масла из кожуры лимона, соснового масла и их комбинаций.

7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что поверхностно-активная композиция присутствует в пульпе в концентрации от 1 г поверхностно-активной композиции до 10000 г поверхностно-активной композиции на метрическую тонну металлосодержащего материала или от 10 г поверхностно-активной композиции до 100 г поверхностно-активной композиции на метрическую тонну металлосодержащего металла.

8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что выщелачивающий агент дополнительно содержит один или несколько из группы, состоящей из азотной кислоты, фтористоводородной кислоты, хлористоводородной кислоты, серной кислоты, фосфорной кислоты, хлорной кислоты, карбоната, соли цианистоводородной кислоты, сульфата железа (III), хлорида железа (III), хлорида меди (II), хлорида железа (II), озона, тиосерной кислоты, дитиооксида, замещенного дитиооксида, галогенсодержащего соединения и их комбинаций.

9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что выщелачивающий агент представляет собой по меньшей мере одно из цианида натрия, цианида калия и цианида кальция.

10. Способ повышения эффективности выщелачивания в способе извлечения металла, включающий измельчение руды, причем руда содержит один или несколько из группы, состоящей из золота, серебра и меди,

обработку измельченной руды поверхностно-активной композицией, содержащей природное масло с содержанием терпена по меньшей мере 50% и выщелачивающий агент, содержащий кислоту или цианид;

подвержение обработанной руды способу извлечения металла для извлечения золота, серебра или меди.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что металлосодержащий материал измельчен до или во время обработки поверхностно-активной композицией.

12. Пульпа, содержащая воду;

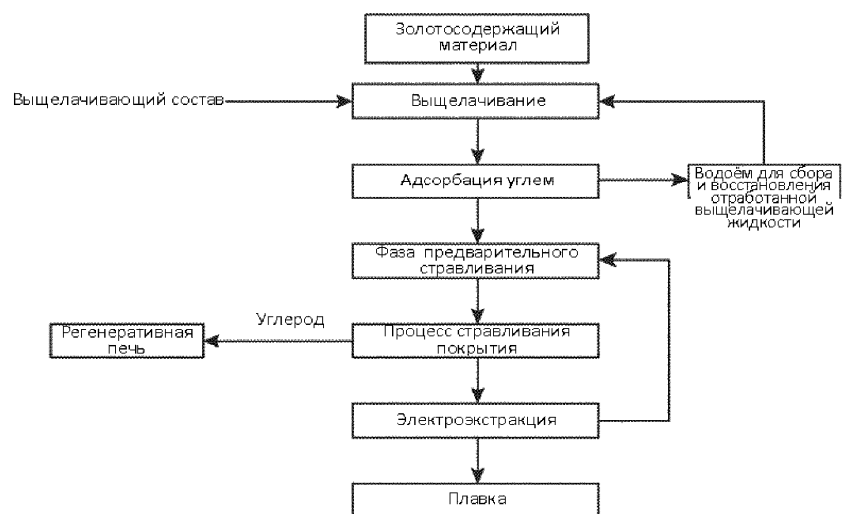
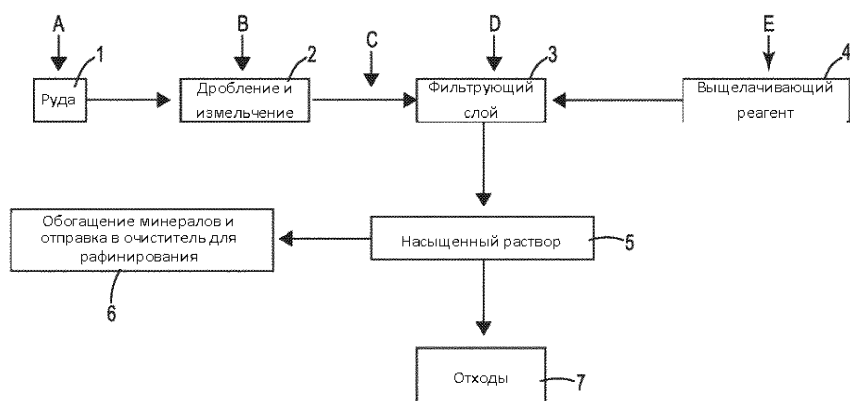
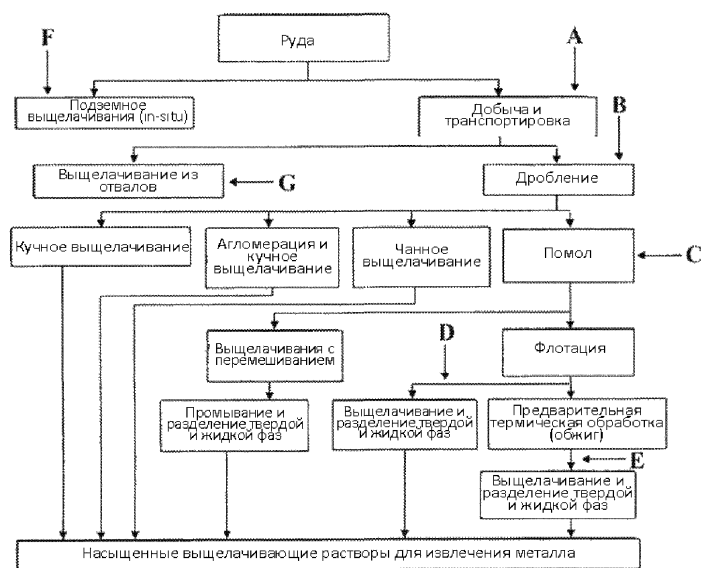
металлосодержащий материал, содержащий по меньшей мере одно из золота, серебра и меди;

природное масло с содержанием терпена по меньшей мере 50%;

выщелачивающий агент, содержащий по меньшей мере одно из кислоты и цианида.

13. Пульпа по п.12, отличающаяся тем, что природное масло с высоким содержанием терпена выбрано из группы, состоящей из масла из кожуры апельсина, масла из кожуры грейпфрута, масла из кожуры лимона, соснового масла и их комбинаций, и предпочтительно из кожуры апельсина.

14. Применение поверхностно-активной композиции и выщелачивающего агента при извлечении металла из металлосодержащего материала, причем поверхностно-активная композиция содержит природное масло с содержанием терпена по меньшей мере 50%, выщелачивающий агент содержит по меньшей мере одно из кислоты и цианида и извлеченный металл представляет собой по меньшей мере один из группы, состоящей из золота, серебра и меди.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2