

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190883** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2021.08.04

(51) Int. Cl. **C22B 3/04** (2006.01)
C22B 3/16 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.10.10

(54) **ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИЕ ДОБАВКИ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИХ ДОБАВОК**

(31) **62/744,775**

(72) Изобретатель:

(32) **2018.10.12**

Бендер Джек (US)

(33) **US**

(74) Представитель:

(86) **PCT/US2019/055504**

Юрчак Л.С. (KZ)

(87) **WO 2020/077028 2020.04.16**

(71) Заявитель:

БАСФ СЕ (DE)

(57) Описаны выщелачивающие добавки и способы применения указанных выщелачивающих добавок. Выщелачивающие добавки могут содержать одно соединение или комбинацию соединений. Способы применения выщелачивающих добавок могут включать процесс извлечения металла из руды, например процесс, включающий отдельные операции выщелачивания, концентрирования и очистки.

202190883
A1

202190883

A1

ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИЕ ДОБАВКИ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИХ ДОБАВОК

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[1] В настоящем документе описаны выщелачивающие добавки и способы применения выщелачивающих добавок для извлечения металлов из выщелачивающего раствора. В некоторых вариантах реализации выщелачивающие добавки могут содержать один или комбинацию компонентов. Способы применения выщелачивающих добавок могут включать процесс извлечения металла (например, золота) из руды, например, процесс, включающий отдельные операции выщелачивания, концентрирования и очистки.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[2] Золото встречается, главным образом, в виде самородков, в сплавах с серебром или с другими металлами, или в форме теллуридов. Золото обычно встречается вместе с сульфидами железа, серебра, мышьяка, сурьмы и меди. Серебро обычно встречается в виде мелких вкраплений металла в горных породах гидротермального происхождения, например, в форме хлорида серебра, сульфида серебра или теллуридов, а также в форме сложных сульфидов с сурьмой и мышьяком.

[3] Для извлечения золота из руды можно использовать выщелачивание и экстракцию методом абсорбции-десорбции-регенерации (absorption-desorption-regeneration, ADR), в зависимости от сорта и происхождения руды. Оба процесса приводят к образованию сточных потоков, содержащих разбавленные растворы с низким содержанием цианида, цианидных комплексов металлов и, в зависимости от руды, частицы других токсичных металлов, такие как селенат или арсенат. В гидрометаллургических процессах золото можно экстрагировать при выщелачивании металлосодержащего материала, например, посредством введения выщелачивающего реагента в скопление руды. Традиционный выщелачивающий реагент, используемый в добывающей промышленности для выщелачивания золота, представляет собой цианид щелочного металла. Процесс выщелачивания может представлять собой выщелачивание в навалe породы, выщелачивание на поддонах или чановое выщелачивание (т.е. цианирование с последующей сорбцией на уголь, «уголь в пульпе»).

[4] Независимо от способа выщелачивания, основные принципы выщелачивания являются неизменными. См. С.К. Gupta, Т.К. Mukherjee. *Hydrometallurgy in Extraction Processes*, том 1. Во-первых, процесс должен обеспечивать достаточно быстрое растворение минералов руды для промышленной добычи; процесс должен быть химически инертным в отношении жильных минералов, поскольку при взаимодействии с такими минералами расходуется избыточный объем выщелачивающего реагента, и выщелачивающий раствор становится чрезмерно загрязнен примесями. Во-вторых, процесс должен быть недорогим и легко масштабируемым для больших объемов. В-третьих, если это возможно, процесс должен быть регенерируемым после выщелачивания. Основной характеристикой выщелачивания является то, что независимо от используемого выщелачивающего реагента он должен быть способен взаимодействовать с частицами руды таким образом, который обеспечивает возможность переноса требуемого металла из руды в собираемый и затем перерабатываемый раствор.

[5] Низкосортные руды, содержащие золото, рассредоточенное в кремнистой породе, обычно выщелачивают посредством навала размолотой руды на площадки глубиной несколько футов, с последующим распределением водного раствора цианида по поверхности руды. По мере протекания цианидного раствора через руду происходит выщелачивание золота из породы в виде растворимых частиц цианоаурита. Выщелачивающий раствор, содержащий золото, собирают в нижней части навала и перекачивают на перерабатывающий завод для извлечения золота. Когда содержание золота в выщелачивающем растворе снижается до определенного уровня, при котором уже экономически нецелесообразно обрабатывать руду, выщелачивание прекращают и оставляют руду с истощенным содержанием металла на отработанном участке. В это время руда с истощенным содержанием металла насыщена разбавленным водным цианидным раствором, содержащим различные дополнительные цианидные комплексы металлов, а также, возможно, другие токсичные частицы металлов. Затем разбавленный раствор необходимо вымывать из руды и обрабатывать для разрушения различных цианидных частиц и удаления оставшихся токсичных частиц металлов. Если не промывать руду с истощенным содержанием металла, то цианидные частицы и токсичные частицы металлов со временем будут продолжать выщелачиваться из руды, что приведет к экологической угрозе для дикой природы и подземных вод.

[6] Если руда содержит самородное металлическое золото наряду с золотом, связанным с пиритом, то золото, связанное с пиритом, невозможно извлечь

непосредственным цианидным выщелачиванием руды. Свободное золото может быть извлечено посредством измельчения руды и ее выщелачивания цианидом и с использованием активированного углерода или ионообменного полимера для извлечения золота. Однако для рудных скоплений, содержащих пирит, типичным способом, используемым для извлечения пирита в сочетании с золотом, является флотация и использование цианидного выщелачивания для свободного золота, оставшегося в руде. Затем пирит выжигают для выделения связанного золота и выщелачивают продукт обжига цианидом для извлечения золота. Процесс флотации обеспечивает концентрирование ценных металлов в форме их сульфидов из сульфидной руды в концентрат, который можно затем перерабатывать другими способами, такими как выплавка, для извлечения самих металлов.

[7] Во многих местах, где расположены флотационные заводы, доступность воды для переработки минералов является серьезной проблемой. В таких засушливых регионах технологическую воду необходимо рециркулировать. На некоторых стадиях в качестве депрессора (подавителя флотации) можно добавлять цианид. Однако впоследствии желательно удалять цианид-ион и анионные цианидные комплексы металлов из технологической воды перед использованием для флотации пирита. После такого удаления полученную очищенную воду можно возвращать в процесс флотации.

[8] Процессы ADR используют для обработки высокосортных руд или руд, в которых золото заблокировано в матрице. В процессе ADR руду мелко дробят и помещают в выщелачивающий бак, содержащий углерод и раствор цианида щелочного металла. Во время выщелачивания золото адсорбируется углеродом. Оставшуюся суспензию подвергают серии операций разделения твердого вещества/жидкости, после чего отправляют в хвостохранилище в форме сгущенного шлама. Из хвостов с течением времени продолжает выделяться вода. Отделившаяся вода содержит небольшое количество цианида и частиц цианидов металлов. Перед возвратом в процесс выщелачивания или флотации или перед сбросом в окружающую среду необходимо очищать воду.

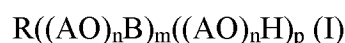
[9] Сохраняется потребность в выщелачивающих реагентах и способах применения выщелачивающих реагентов для извлечения золота и дополнительных металлов из руды. В соответствии с различными вариантами реализации, выщелачивающие добавки совместимы во всех аспектах процесса, включая выщелачивание, ADR экстракцию,

экстракцию растворителем, ионный обмен, твердофазную экстракцию, выплавку и/или электролитическое выделение.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[10] В соответствии с различными вариантами реализации, в настоящем изобретении предложен раствор, содержащий:

выщелачивающий реагент для экстракции золота; и
одно или более соединений формулы (I):



где каждая группа АО независимо представляет собой алкиленокси-группу, выбранную из этиленокси («ЕО»), 1,2-пропиленокси («РО»), 1,2-бутиленокси и стириленокси;

каждый n независимо представляет собой целое число от 0 до 40;

m представляет собой целое число от 1 до общего количества ОН-атомов водорода в группе R до алкоксилирования;

p представляет собой такое целое число, что сумма m и p равна количеству ОН-атомов водорода в группе R до алкоксилирования;

B представляет собой H;

R представляет собой группу, выбранную из формул (II) – (VIII):

$R_1C(CH_2O)_3$ (II), где R_1 представляет собой H, метил, этил или пропил;

$C(CH_2O)_4$ (III);

$OC(CH_2O)_2$ (IV);

$N(CH_2CH_2O)$ (V)

$(R_2)_xN(CH_2CH_2O)$ (VI), где R_2 представляет собой $C_1 - C_4$ алкил, y равен 1 - 3, и $x + y = 3$;

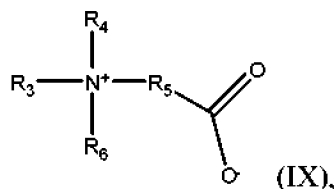
$O(CH_2)_rO$ (VII), где r равен от 2 до 6; и

$O(CH(CH_3)CH_2)O$ (VIII);

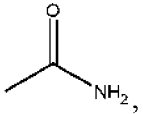
причем одно или более соединений присутствует в концентрации от примерно 1 м.д. до примерно 500 м.д. раствора, и

при этом раствор необязательно дополнительно содержит золото.

- [11] В настоящем изобретении дополнительно предложен раствор, содержащий: выщелачивающий реагент для экстракции золота; и одно или более соединений формулы (IX):



где R_3 представляет собой $C_1 - C_{20}$ линейную или разветвленную алкильную группу,

содержащую ноль или более замещений с любым из O, N, OH или , R_4 и R_6 , каждый независимо, представляют собой H, $C_1 - C_{10}$ линейную или разветвленную алкильную группу или спиртовую группу,

R_5 представляет собой $C_1 - C_{10}$ линейную или разветвленную алкильную группу; и причем одно или более соединений присутствует в концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 500 м.д.,

при этом если указанный раствор имеет pH менее 7,0 то формула (IX) дополнительно содержит противоион для O^- , выбранный из группы, состоящей из H, сульфатной группы и сульфонатной группы, и

при этом указанный раствор дополнительно содержит золото.

- [12] В соответствии с дополнительными вариантами реализации, описан способ выщелачивания золота из руды, включающий приведение в контакт руды, содержащей золото, с любым раствором, описанным выше.

- [13] В дополнительных вариантах реализации описан способ извлечения золота из руды, включающий приведение в контакт руды, содержащей золото, с любым раствором, описанным выше, с получением продуктивного выщелачивающего раствора; и извлечение золота из продуктивного выщелачивающего раствора.

- [14] В соответствии с различными вариантами реализации, предложен раствор, содержащий:

выщелачивающий реагент, содержащий цианид щелочного металла; и

смесь соединений, полученных алкоксилированием триметилпропана («ТМР»), причем каждое из указанных соединений содержит этиленоксидные («ЕО») звенья, и указанные соединения имеют общую структуру:

ТМР-ЕО_{x,y,z}, где x, y и z независимо представляют собой целые числа от 0 до 7, при условии, что $x + y + z =$ от 0 до 21,

причем указанная смесь имеет общую концентрацию от примерно 1 м.д. до примерно 100 м.д., и при этом указанный раствор содержит золото.

[15] В описанной выше сущности изобретения представлена основная идея настоящего описания. Сущность изобретения не является исчерпывающим обзором всех предусмотренных вариантов реализации и не предназначена для определения всех ключевых или необходимых элементов, или для определения объема любого или всех вариантов реализации настоящего описания. Она служит лишь для того, чтобы продемонстрировать один или более вариантов реализации в обобщенной форме в качестве предисловия к более подробному описанию, представленному ниже, и признакам, описанным и специально указанным в формуле изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[16] Варианты реализации описаны в настоящем документе в контексте выщелачивающих добавок для применения в выщелачивающих растворах и способов применения выщелачивающих добавок. Специалистам в данной области техники понятно, что следующее описание является лишь иллюстративным, и оно никоим образом не предназначено для ограничения. Другие варианты реализации могут быть без труда предусмотрены специалистами в данной области техники, имеющими преимущество настоящего описания. Далее сделана ссылка на подробное воплощение иллюстративных вариантов реализации, представленных на сопроводительных чертежах. Насколько это возможно, на чертежах и в следующем описании использованы одинаковые цифровые обозначения для обозначения одинаковых или подобных элементов.

Определения

[17] Упоминание в тексте описания таких терминов как «один вариант реализации», «некоторые варианты реализации», «один или более вариантов реализации», «различные варианты реализации», «вариант реализации» и т.д. означает, что конкретная особенность,

структура, материал или характеристика, описанная в отношении указанного варианта реализации, включена в по меньшей мере один вариант реализации. Таким образом, указанные термины в данном описании не обязательно относятся к одному и тому же варианту реализации. Кроме того, в одном или более вариантах реализации любым соответствующим образом могут быть объединены конкретные особенности, структуры, материалы или характеристики.

[18] В данном контексте формы единственного числа включают ссылки на формы множественного числа, если из контекста очевидно не следует иное. Так, например, ссылка на «металл» включает один металл, а также два или более различных металлов.

[19] В данном контексте термин «примерно» в отношении измеренного количества относится к нормальным отклонениям измеренного количества, ожидаемым специалистами в данной области техники при осуществлении измерения и соблюдении предосторожности, соответствующей цели измерения и точности измерительного оборудования. В некоторых вариантах реализации термин «примерно» включает указанное количество $\pm 10\%$, так что «примерно 10» включает от 9 до 11.

[20] Термин «по меньшей мере примерно» в отношении измеренного количества относится к нормальным отклонениям измеренного количества, ожидаемым специалистами в данной области техники при осуществлении измерения и соблюдении предосторожности, соответствующей цели измерения и точности измерительного оборудования, а также к любому количеству, которое больше него. В некоторых вариантах реализации термин «по меньшей мере примерно» включает указанное значение минус 10%, и любое количество которое больше него, так что «по меньшей мере примерно 10» включает 9 и любое значение больше 9. Указанный термин также может быть выражен как «примерно 10 или более». Аналогично, термин «менее чем примерно» обычно включает указанное значение плюс 10%, и любое количество которое меньше него, так что «менее чем примерно 10» включает 11 и любое значение меньше 11. Указанный термин также может быть выражен как «примерно 10 или менее».

Выщелачивающие добавки

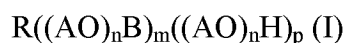
[21] В соответствии с одним или более вариантами реализации, настоящее описание относится к выщелачивающим добавкам для выщелачивающих растворов, например, для

увеличения скорости извлечения и/или общего извлечения металлов (например, золота) из руды. Выщелачивающие растворы, содержащие выщелачивающие добавки, совместимы с различными процессами очистки и/или концентрирования, включая ADR экстракцию, экстракцию растворителем, электролитическое выделение, ионный обмен и твердофазную экстракцию.

[22] Выщелачивающие добавки могут включать, но не ограничиваясь ими, соединения или любую комбинацию соединений следующих классов:

- Алкоксилированные соединения с сульфонатной, сульфатной или карбоксилатной концевой группой
- Бетаины
- Алкилсульфаты и простые алкилэфирсульфаты
- Сульфосукцинаты, алкоксилаты (например, алкоксилированные полиолы), сульфосукцинамиды
- Ацетиленовые диолы
- Амфоацетаты/пропионаты

[23] В соответствии с одним или более вариантами реализации, выщелачивающая добавка может представлять собой соединение следующей формулы (I)



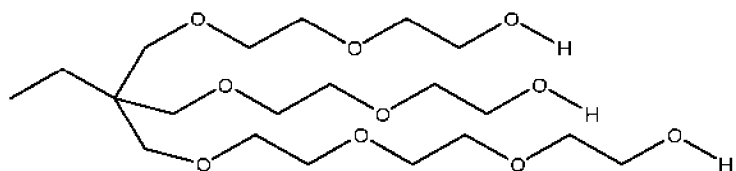
где каждая группа АО независимо представляет собой алкиленокси-группу, выбранную из этиленокси («ЕО»), 1,2-пропиленокси («РО»), 1,2-бутиленокси и стириленокси; n представляет собой целое число от 0 до 40; m представляет собой целое число от 1 до общего количества ОН-атомов водорода в группе R до алкоксилирования; r представляет собой такое целое число, что сумма m и r равна количеству ОН-атомов водорода в группе R до алкоксилирования; В представляет собой H, SO₃Y, (CH₂)_qSO₃Y, CH₂CHОНCH₂SO₃Y или CH₂CH(CH₃)OSO₃Y, где q представляет собой целое число от 2 до 4, и Y представляет собой катион; R представляет собой группу, выбранную из следующих формул (II) – (VIII):



(II), где R₁ представляет собой H, метил, этил или пропил;

$C(CH_2O)_4$	(III);
$OC(CH_2O)_2$	(IV);
$N(CH_2CH_2O)_3$	(V);
$(R_2)_xN(CH_2CH_2O)_y$	(VI), где R_2 представляет собой C_1 - C_4 алкил, y равен 1-3, и $x+y = 3$;
$O(CH_2)_rO$	(VII), где r равен от 2 до 6; и
$O(CH(CH_3)CH_2)O$	(VIII).

[24] В соответствии с различными вариантами реализации, n может быть равен от 2 до 30, или от 2 до 20, или от 2 до 10, B может представлять собой водород, и R может иметь формулу (II). Например, выщелачивающий раствор может содержать выщелачивающую добавку, содержащую группу соединений одного класса (например, в которых n , в среднем, равен 7), включая следующую структуру, и указанная выщелачивающая добавка может быть упомянута в данном контексте как TMP-7(EO)»:



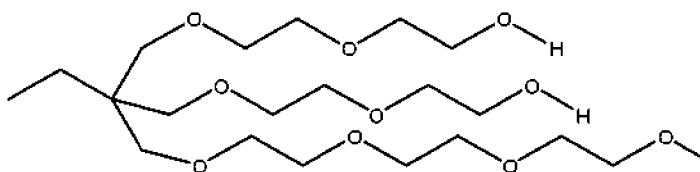
[25] Выщелачивающая добавка TMP-7(EO) может присутствовать в указанной группе соединений в концентрации от примерно 0,5% мас. до примерно 10% мас., или от примерно 1% мас. до примерно 8% мас., или от примерно 2% мас. до примерно 5% мас. Выщелачивающая добавка TMP-7(EO) может быть получена способом алкоксилирования триметилпропана («TMP»), причем указанный способ обеспечивает получение смеси (т.е. группы) триметилпропановых соединений, содержащих различные этиленоксидные («EO») звенья, включая: $TMP-EO_{x,y,z}$, где x , y и z независимо представляют собой целые числа от 0 до 7, при условии, что $x + y + z =$ от 0 до 21. Полученная смесь соединений содержит одну из вышеуказанных структур TMP-7(EO).

[26] Алкоксилирование можно катализировать сильными основаниями, которые добавляют в форме алкоголята щелочного металла, гидроксида щелочного металла или гидроксида щелочноземельного металла в количестве от примерно 0,1% до примерно 1% по массе относительно массы алканола. См. Gee et al., J. Chem. Soc., p. 1345 (1961); Wojtech, Makromol. Chem. 66, с. 180 (1966).

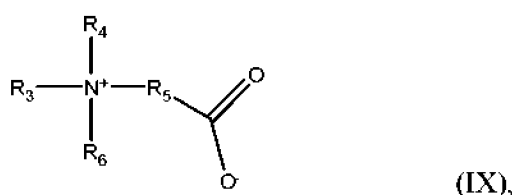
[27] Для указанной реакции присоединения возможен также кислотный катализ. Помимо кислот Бренстеда, можно использовать также кислоты Льюиса, такие как, например, AlCl_3 или диэтерат BF_3 , BF_3 , $\text{BF}_3\text{H}_3\text{PO}_4$, $\text{SbCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или гидроталькит. См. Plesch, *The Chemistry of Cationic Polymerization*, Pergamon Press, Нью-Йорк (1963).

[28] В соответствии с различными вариантами реализации, в качестве катализаторов можно использовать двойные цианиды металлов (DMC). Подходящие DMC катализаторы описаны, например, в WO 99/16775 и DE-A 101 17 273, полное содержание которых включено в настоящий документ посредством ссылки. Другие подходящие катализаторы алкоксилирования представляют собой двойные цианиды металлов, описанные в патенте США № 6753402, полное содержание которого включено в настоящий документ посредством ссылки. Катализаторы могут быть кристаллическими или аморфными. Концентрация катализатора, используемого для алкоксилирования, относительно диапазона окончательного количества, может составлять менее 2000 м.д. (т.е. мг катализатора на кг продукта), или менее 1000 м.д., или менее 500 м.д., или менее 100 м.д., или менее 50 м.д. или 35 м.д., или менее 25 м.д.

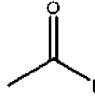
[29] В соответствии с дополнительными вариантами реализации, выщелачивающая добавка может содержать смесь или группу соединений, полученных способом алкоксилирования триметилпропана с семью эквивалентами этиленоксида, как описано выше, причем полученная группа триметилпропановых соединений содержит этиленоксидные звенья, имеющие следующую общую формулу: $\text{TMP-EO}_{x,y,z}$, где x , y и z независимо представляют собой целые числа от 0 до 7, при условии, что $x + y + z =$ от 0 до 21. Полученная смесь содержит следующее соединение:



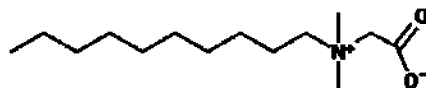
[30] В различных вариантах реализации выщелачивающая добавка может иметь следующую формулу (IX):



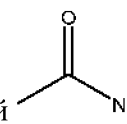
где R_3 представляет собой $C_1 - C_{20}$ линейную или разветвленную алкильную группу,

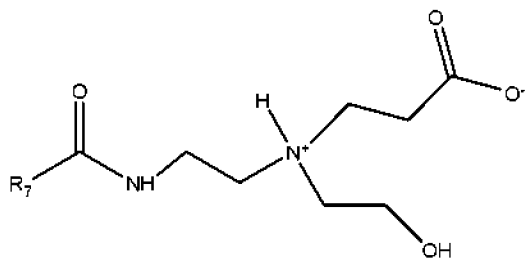
содержащую ноль или более замещений с любым из O, N, OH или , R_4 и R_6 , каждый независимо, представляют собой H, $C_1 - C_{10}$ линейную или разветвленную алкильную группу или спиртовую группу, и R_5 представляет собой $C_1 - C_{10}$ линейную или разветвленную алкильную группу. В настоящем описании термин «спиртовая группа» означает $C_1 - C_x$ линейную или разветвленную алкильную группу, содержащую функциональную группу -OH, где x представляет собой целое число, например, x может быть равен от 2 до 10, или от 2 до 20, или от 2 до 30. В соответствии с различными вариантами реализации, если раствор, содержащий выщелачивающую добавку, является кислотным, то есть имеет pH по меньшей мере 7,0, то формула (IX) дополнительно содержит противоион для O^- . Противоион может быть выбран из H, сульфатной группы и сульфонатной группы.

[31] В соответствии с различными вариантами реализации, R_3 может представлять собой C_{10} линейную или разветвленную алкильную группу, и R_4 , R_5 и R_6 независимо могут представлять собой $C_1 - C_3$ алкильную группу. Например, выщелачивающая добавка может иметь следующую структуру, и указанное соединение может быть упомянуто в настоящем документе как «МС1000»:



[32] В соответствии с различными вариантами реализации, R_3 может содержать по

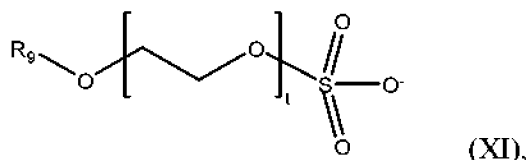
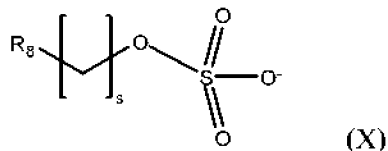
меньшей мере одно замещение группой , и R_4 и R_6 независимо могут представлять собой H или спиртовую группу. Например, выщелачивающая добавка может иметь следующую структуру:



где R₇ представляет собой C₁ – C₂₀ линейную или разветвленную алкильную группу,

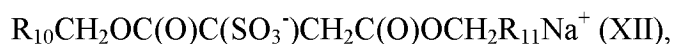
содержащую ноль или более замещений с любым из O, N, OH или .

[33] В соответствии с различными вариантами реализации, выщелачивающая добавка может представлять собой алкилсульфат или простой алкилэфирсульфат, имеющий формулу (X) или (XI), как показано ниже:



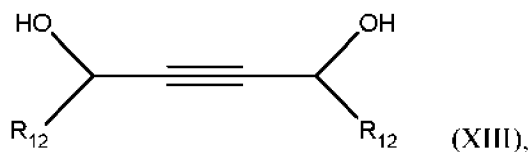
где s и t, каждый независимо, представляют собой целое число от 0 до 10, и R₈ и R₉, каждый независимо, представляют собой C₁ – C₂₀ линейную или разветвленную алкильную группу.

[34] В дополнительных вариантах реализации выщелачивающая добавка может иметь следующую формулу (XII):



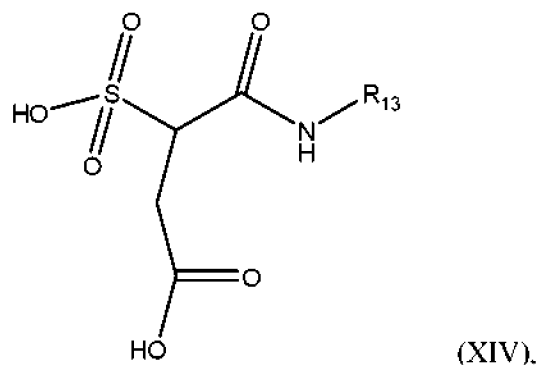
где R₁₀ и R₁₁, каждый независимо, представляют собой C₁ – C₆ линейную или разветвленную алкильную группу.

[35] В некоторых вариантах реализации выщелачивающая добавка может представлять собой ацетиленовый диол, имеющий следующую формулу (XIII):



где R₁₂ представляет собой C₁ – C₆ линейную или разветвленную алкильную группу.

[36] В различных вариантах реализации выщелачивающая добавка может представлять собой амфоацетат, имеющий следующую формулу (XIV):



где R_{13} представляет собой $C_2 - C_{20}$ линейную или разветвленную алкильную группу.

[37] В соответствии с различными вариантами реализации, выщелачивающий раствор может содержать выщелачивающий реагент и одну или более выщелачивающих добавок формул (I) и (IX) – (XIV), описанных выше. Например, выщелачивающий раствор может содержать одну или более из выщелачивающей добавки TMP-7(EO) и выщелачивающей добавки MC1000.

[38] Выщелачивающий реагент может представлять собой любой подходящий водный раствор для выщелачивания ценных металлов (например, золота) из руды. Например, в случае золотосодержащих руд выщелачивающий реагент для экстракции золота может быть выбран из раствора цианида щелочного металла (например, цианида натрия), раствора брома (например, содержащего бромид-ион), раствора хлора (например, содержащего хлорид-ион), раствора йода (например, содержащего йодид-ион), раствора тиосульфата или раствора тиоцианида. В соответствии с различными вариантами реализации, выщелачивающий реагент не содержит серную кислоту. Ценные металлы могут быть в ионной форме и/или в элементарной форме. В некоторых вариантах реализации руда, помимо золота, может содержать по меньшей мере один дополнительный металл, выбранный из меди, никеля, цинка, молибдена, ванадия, урана и их комбинаций, из которых любой один или более могут присутствовать в выщелачивающем растворе. Выщелачивающие добавки, описанные в настоящем документе, также можно добавлять в сточную воду, которую используют для очистки руды с истощенным содержанием металла после удаления основной массы золота.

[39] Выщелачивающий реагент может присутствовать в концентрации от примерно 0,1

мг/л до примерно 100 г/л выщелачивающего раствора, содержащего одну или более выщелачивающих добавок. В соответствии с различными вариантами реализации, выщелачивающий реагент может присутствовать в концентрации от примерно 0,5 мг/л до примерно 75 г/л, или от примерно 0,75 мг/л до примерно 50 г/л, или от примерно 1,0 мг/л до примерно 25 г/л, или от примерно 1,0 мг/л до примерно 10 г/л, или от примерно 5 мг/л до примерно 1 г/л выщелачивающего раствора, содержащего одну или более выщелачивающих добавок.

[40] Одна или более выщелачивающих добавок, используемых для улучшения степени извлечения и/или общего извлечения металлов из руды, и которые совместимы с различными процессами горнорудного производства, могут иметь различные общие характеристики. Например, выщелачивающие добавки могут представлять собой анионные, катионные, неионогенные или амфотерные поверхностно-активные вещества или их смеси. В некоторых вариантах реализации выщелачивающие добавки могут представлять собой поверхностно-активные вещества с низким пенообразованием.

[41] Подходящие катионные поверхностно-активные вещества включают соли тетраалкиламмония, соли имидазолия, аминоксиды или их смеси. Например, C₈-C₁₆-диалкилдиметиламмониевые соли, диалкоксидиметиламмониевые соли, имидазолиновые соли, содержащие длинноцепочечный алкильный радикал, или их смеси.

[42] Подходящие амфотерные поверхностно-активные вещества включают карбоновые кислоты, например, этиленненасыщенные карбоновые кислоты, и/или по меньшей мере одно этиленненасыщенное мономерное звено общей формулы $R^1(R^2)C=C(R^3)R^4$, где R¹ – R⁴, независимо друг от друга, представляют собой -H, -CH₃, неразветвленный или разветвленный алкильный радикал, содержащий от 2 до 12 атомов углерода, неразветвленный или разветвленный, моно- или полиненасыщенный алкенильный радикал, содержащий от 2 до 12 атомов углерода, алкильные или алкенильные радикалы, определение которых приведено выше, которые замещены группой -NH₂, -OH или -COOH, гетероатомной группой, содержащей по меньшей мере одну положительно заряженную группу, кватернизованный атом азота или по меньшей мере одну аминогруппу, имеющую положительный заряд в диапазоне pH от 2 до 11, или представляют собой -COOH или -COOR₅, где R₅ представляет собой насыщенный или ненасыщенный, неразветвленный или разветвленный углеводородный радикал, содержащий от 1 до 12 атомов углерода. Примеры вышеуказанных мономерных звеньев

представляют собой диаллиламин, метилдиаллиламин, тетраметиламмониевые соли, акриламидопропил(триметил)аммониевые соли (R^1 , R^2 и $R^3=H$, $R^4=C(O)NH(CH_2)2N^+(CH_3)_3X^-$) метакриламидопропил(триметил)аммониевые соли (R^1 и $R^2=H$, $R^3=CH_3$, H , $R_4=C(O)NH(CH_2)2N^+(CH_3)_3X^-$).

[43] Например, амфотерные поверхностно-активные вещества могут содержать в качестве мономерных звеньев производные диаллиламина, в частности, диметилдиаллиламмониевую соль и/или метакриламидопропил(триметил)аммониевую соль, например, в форме хлорида, бромида, йодида, гидроксида, фосфата, сульфата, гидросульфата, этилсульфата, метилсульфата, мезилата, тозилата, формиата или ацетата, и/или в комбинации с мономерными звеньями этиленненасыщенной карбоновой кислоты.

[44] Подходящие неионогенные поверхностно-активные вещества могут включать алкоксилаты спиртов (например, алкоксилированные полиолы), алкоксилаты алкилфенола, алкилполиглюкозиды, N-алкилполиглюкозиды, N-алкилглюкамиды, алкоксилаты жирных кислот, сложные эфиры полигликоля и жирных кислот, алкоксилаты аминов жирных кислот, алкоксилаты амидов жирных кислот, алкоксилаты алканоламидов жирных кислот, амиды N-алкоксиполигидроксижирных кислот, амиды N-арилоксиполигидроксижирных кислот, блок-сополимеры этиленоксида, пропиленоксида и/или бутиленоксида, алкоксилаты полиизобутена, производные полиизобутен/малеинового ангидрида, глицериды жирных кислот, сложные эфиры сорбита, производные полигидроксижирных кислот, производные полиалкоксижирных кислот, бисглицериды или их смеси.

[45] Подходящие анионные поверхностно-активные вещества могут включать сульфаты жирных спиртов, сульфатированные алкоксилированные спирты, алкансульфонаты, N-ацилсаркозинаты, алкилбензолсульфонаты, олефинсульфонаты и олефиндисульфаты, сложные алкилэфирсульфонаты, сульфонируемые поликарбоновые кислоты, алкилглицерилсульфонаты, сульфаты сложных эфиров глицерина и жирных кислот, сульфаты простых эфиров алкилфенола и полигликоля, парафинсульфонаты, алкилфосфаты, ацилизотионаты, ацилтаураты, ацилметилтаураты, алкил-янтарные кислоты, алкенил-янтарные кислоты или их сложные моноэфиры или моноамиды, алкилсульфоянтарные кислоты или их амиды, сложные моно- и диэфиры сульфоянтарных кислот, сульфатированные алкилполиглюкозиды, карбоксилаты алкилполигликолей, гидроксиалкилсаркозинаты или их смеси.

[46] Дополнительные характеристики выщелачивающих добавок включают высокую растворимость в водном выщелачивающем растворе во избежание экстракции в органическую фазу во время ADR экстракции. Другие характеристики выщелачивающих добавок включают критические концентрации мицеллообразования и стабильность при кислотном и щелочном pH. Выщелачивающие добавки могут минимизировать пенообразование, и одно или более поверхностно-активных веществ могут снижать поверхностное натяжение выщелачивающего раствора. Выщелачивающие добавки также не оказывают влияния или оказывают минимальное влияние на любые другие процессы, связанные с экстракцией металла (например, выщелачивание, ADR экстракция, экстракция растворителем, десорбция и электролитическое выделение, включая смешивание, расслоение фаз, кинетика экстракции и десорбции, селективность по золоту или накопление в органической фазе с течением времени). Кроме того, подходящие выщелачивающие добавки должны быть стабильны в условиях выщелачивающего раствора (например, цианида щелочного металла) в водной фазе, и должны быть биоразлагаемыми. Кроме того, подходящие выщелачивающие добавки, согласно различным вариантам реализации, могут увеличивать общее извлечение металла (например, извлечение золота) на по меньшей мере 3%. В некоторых вариантах реализации подходящие выщелачивающие добавки согласно настоящему описанию могут увеличивать общее извлечение металла на значение от примерно 0,5% до примерно 20%, или от примерно 1% до примерно 20%, или от примерно 2% до примерно 20%, или от примерно 5% до примерно 20%, или от примерно 0,5% до примерно 10%, или от примерно 2% до примерно 10%, или от примерно 5% до примерно 10%.

Способы применения выщелачивающих добавок

[47] В соответствии с различными вариантами реализации, одну или более выщелачивающих добавок, описанных в настоящем документе, можно добавлять в выщелачивающий раствор для экстракции золота и других ценных металлов из руды. Выщелачивающие добавки могут снижать поверхностное натяжение выщелачивающего раствора и обеспечивать улучшенную смачиваемость руды или частиц руды при выщелачивании. Кроме того, такое снижение поверхностного натяжения может препятствовать или уменьшать капиллярный эффект в микроскопических щелях руды.

[48] В различных вариантах реализации одну или более выщелачивающих добавок

можно добавлять в выщелачивающий раствор периодическим или непрерывным способом, и приводить усовершенствованный раствор в контакт с металлической рудой. Выщелачивающий раствор, содержащий одну или более выщелачивающих добавок, можно приводить в контакт с металлической рудой, например, в процессе выщелачивания в навале породы, выщелачивания на поддонах или чанового выщелачивания (т.е. экстракции «уголь в пульпе»). В соответствии с различными вариантами реализации, приведение металлической руды в контакт с выщелачивающим раствором может включать измельчение металлической руды и суспендирование измельченной руды с выщелачивающим раствором, например, при перемешивании.

[49] Выщелачивающий раствор, содержащий выщелачивающую добавку(и), экстрагирует металл, например, золото и/или дополнительные ценные металлы, такие как медь, железо, серебро, никель, цинк, молибден, ванадий, уран и т.д., из руды. Выщелачивающий реагент в выщелачивающем растворе может представлять собой любое химическое соединение, описанное в настоящем документе, например, цианид щелочного металла. Во время выщелачивания или экстракции выщелачивающий раствор с выщелачивающей добавкой(ами) абсорбирует металлы и образует раствор, обогащенный металлом.

[50] Раствор, обогащенный металлом, можно подавать на технологическую стадию концентрирования, например, на одну или более отдельных операций, таких как процесс ADR экстракции, процесс обмена растворителя, процесс твердофазной экстракции и/или процесс ионного обмена. Концентрат, обогащенный металлом, со стадии концентрирования можно выделять и/или собирать и затем подавать на стадию очистки, например, на отдельную технологическую операцию, такую как десорбция, выплавка, осаждение и/или электролитическое выделение. Во время стадии очистки выделяют и собирают металл. Как понятно специалистам в данной области техники, потоки продукта и отходов из любой отдельной операции, описанной выше, можно возвращать в цикл на соответствующие технологические стадии для увеличения извлечения металла и для снижения затрат.

[51] Одну или более выщелачивающих добавок можно добавлять в выщелачивающий раствор в общей концентрации от примерно 1 миллионной доли («м.д.») до примерно 2000 м.д., или от примерно 1 м.д. до примерно 500 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 1000 м.д., или от примерно 10 м.д. до примерно 500 м.д., или от примерно 20

м.д. до примерно 100 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д., или от примерно 10 м.д. до примерно 50 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 50 м.д., или примерно 10 м.д., или примерно 25 м.д., или примерно 50 м.д., или примерно 100 м.д., или примерно 250 м.д., или примерно 500 м.д., или примерно 1000 м.д., или примерно 2000 м.д. в выщелачивающем растворе, или от примерно 20 м.д. до значения менее критической концентрации мицеллообразования выщелачивающей добавки. Критические концентрации мицеллообразования могут составлять, например, от примерно 5 м.д. до примерно 1000 м.д. Например, выщелачивающий раствор может содержать выщелачивающую добавку формулы (I) или (IX) в общей концентрации от примерно 1 м.д. до примерно 2000 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 1000 м.д., или от примерно 10 м.д. до примерно 500 м.д., или от примерно 20 м.д. до примерно 100 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 50 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д., или от примерно 10 м.д. до примерно 50 м.д., или примерно 10 м.д., или примерно 25 м.д., или примерно 50 м.д., или примерно 100 м.д., или примерно 250 м.д., или примерно 500 м.д., или примерно 1000 м.д., или примерно 2000 м.д. в выщелачивающем растворе. В соответствии с некоторыми вариантами реализации, выщелачивающий раствор может содержать выщелачивающую добавку TMP-7(EO) или выщелачивающую добавку MC1000 в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 50 м.д., или от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д., или от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д., или от примерно 10 м.д. до примерно 100 м.д., или от примерно 25 м.д. до примерно 50 м.д., или примерно 25 м.д. выщелачивающего раствора.

[52] Как описано выше, применение добавок для выщелачивания руды, описанных в настоящем документе, может обеспечивать снижение поверхностного натяжения выщелачивающего раствора и улучшать смачивание руды при выщелачивании. Кроме того, такое снижение поверхностного натяжения может препятствовать или уменьшать капиллярный эффект в микроскопических трещинах руды. При изучении руды можно наблюдать, что путь выщелачивающего раствора проходит через лабиринт каналов и трещин в руде, содержащих «тупики» (см. фиг. 1). Robert W. Bartlett, *Solution Mining Leaching and Fluid Recovery of Materials*, с. 138. После того как выщелачивающий раствор попадает в трещину и взаимодействует с поверхностью руды, теперь уже отработанный раствор, содержащий требуемый металл, возвращается в трещину под действием капиллярных сил. В результате в данной трещине уже не происходит дальнейшее выщелачивание руды. Для облегчения движения выщелачивающего раствора по каналам и для достижения экстракции ценного металла из трещин в руде, снижение

поверхностного натяжения выщелачивающего раствора может обеспечивать возможность движения экстрагированного металла по менее трудному пути.

[53] Добавление в выщелачивающий раствор поверхностно-активных агентов, таких как выщелачивающие добавки, может высвободить металлосодержащий раствор из трещин, обеспечивая возможность проникновения свежего раствора в трещины. Например, капиллярный эффект может быть снижен до значения, которое на примерно 80%, или примерно 70%, или примерно 60% меньше, чем у чистой воды, посредством добавления одной или более выщелачивающих добавок. Такое снижение капиллярного эффекта высвобождает выщелачивающий раствор из трещины, что, в конечном итоге, увеличивает степень извлечения и/или общее извлечение металла из руды.

[54] В соответствии с одним или более вариантами реализации, выщелачивающие добавки могут снижать поверхностное натяжение выщелачивающего раствора, содержащего выщелачивающую добавку и выщелачивающий реагент, с достижением поверхностного натяжения от примерно 71×10^{-3} Н/м до примерно 30×10^{-3} Н/м.

[55] Выщелачивающие добавки согласно одному или более вариантам реализации, описанным в настоящем документе, совместимы с различными процессами и технологическими условиями, включая, но не ограничиваясь ими, агломерацию, выщелачивание, ADR экстракцию, экстракцию растворителем, твердофазную экстракцию, ионный обмен, выплавку, осаждение, десорбцию и электролитическое выделение. Одна или более выщелачивающих добавок могут не оказывать влияния или оказывать ограниченное влияние на другие процессы, так что они являются совместимыми со следующими процессами после использования одной или более выщелачивающих добавок для извлечения металла во время выщелачивания.

[56] Например, экстракция растворителем представляет собой тщательно спланированный баланс различных концентраций металла и кислоты. Малейшее вмешательство может негативно повлиять на тонкий химический баланс, свойственный всем операциям экстракции растворителем. Например, в процессе экстракции золота все процессы являются взаимосвязанными и образуют симбиотическую взаимосвязь. Вследствие указанной взаимосвязи существует возможность, что если какая-либо добавка дополняет одну часть процесса (например, выщелачивание золота), она может легко нарушить другой сегмент (например, экстракцию золота) в результате химической

несовместимости. Проблемы, подобные указанным, могут включать: образование эмульсий, унос, внесение примесей в цех, изменение кинетики экстракции и/или десорбции, разложение или окрашивание реагента, или аннулирование определенной стадии процесса. В соответствии с различными вариантами реализации, предложенные выщелачивающие добавки совместимы с операциями выщелачивания, экстракции, десорбции и электролитического выделения, и не приводят к возникновению вышеупомянутых проблем.

[57] В другом примере абсорбция-десорбция-регенерация (ADR) представляет собой процесс, в котором золотосодержащий выщелачивающий раствор обрабатывают твердой фазой (например, углеродом или смолой). Твердая фаза экстрагирует комплекс золота (и серебра) из выщелачивающего раствора. Указанный процесс адсорбции осуществляют в серии противоточных ступеней, как хорошо известно специалистам в данной области техники. Твердую фазу можно выделять из выщелачивающего раствора и промывать, обычно кислотным раствором. В процессе десорбции твердую фазу можно направлять на ступень десорбции, где золото вымывают из твердой фазы десорбирующим водным раствором. Десорбирующий раствор может содержать каустик (NaOH) и цианид. Золотосодержащий раствор реэкстракции можно направлять на дальнейшую переработку, обычно методом электролитического выделения с получением золотосодержащего сплава доре (сплав Au/Ag из рудника). В процессе регенерации элюированную твердую фазу можно необязательно направлять на следующие стадии промывания и/или на стадию регенерации, которая может быть завершена в высокотемпературной печи, где твердую фазу полностью «реактивируют» и возвращают в процесс адсорбции.

[58] Экстрагирующие реагенты, описанные в настоящем документе, предпочтительно совместимы с системой ARD, поскольку указанные реагенты должны присутствовать в выщелачивающем растворе и могут подвергаться экстракции твердой фазой или конкурировать на твердой фазе с адсорбцией золота. В соответствии с различными вариантами реализации, реагенты, описанные в настоящем документе, могут быть более совместимы с процессами производства меди методом экстракции растворителем и электролитического выделения (SX/EW), чем другие известные реагенты, и, следовательно, также могут быть более совместимы с указанным способом ADR, по сравнению с другими известными реагентами.

[59] В соответствии с различными вариантами реализации, выщелачивающую добавку

можно добавлять в раствор выщелачивающего реагента, который пропускают через руду во время процесса экстракции. Руду можно подвергать процессу агломерации перед выщелачиванием с использованием раствора выщелачивающего реагента. В некоторых вариантах реализации выщелачивающую добавку можно добавлять в воду и выщелачивающий реагент (например, цианид щелочного металла) без последующего добавления выщелачивающей добавки к раствору выщелачивающего реагента, циркулирующему через руду для выщелачивания металла (например, золота). В дополнительных вариантах реализации выщелачивающую добавку можно добавлять к части раствора выщелачивающего реагента с добавлением или без добавления цемента или полимера для применения в качестве агломерирующей добавки, с последующим пропусканием выщелачивающего реагента через руду с выщелачивающей добавкой или без нее. При извлечении золота в системе ADR, можно ожидать, что выщелачивающие добавки (например, TMP-7(EO)) существенно не конкурируют с адсорбцией золота на углеводе или смоле, и обычно их не так трудно удалить из системы с помощью углевода или смолы, как обычные выщелачивающие добавки и поверхностно-активные вещества.

Пример 1 (возможный)

[60] Примерно 90 кг агломерированной руды выщелачивали в течение 200 дней партиями в колоннах из поливинилхлорида. Во время испытания колонн выщелачивающую добавку согласно настоящему описанию вводили в агломерированную руду в следующих дозировках: 0 м.д., 25 м.д., 50 м.д. и 75 м.д. Использовали распределительный нетканый материал для равномерного распределения раствора выщелачивающего реагента, цианида щелочного металла, по всей руде. Каждая колонна оснащена высокоточным насосом и баком с выщелачивающим реагентом. Раствор собирали в нижней части колонны в ковши, которые, в конечном итоге, устанавливали на аналитические весы для отслеживания количества раствора. Скорость выщелачивания составляла 5-10 л/ч/м² цианида щелочного металла с концентрацией 0,1-0,2 г/л при 75 °F (примерно 24 °C). Выщелачивающий реагент добавляли в систему для однократного прохождения без рециркуляции выщелачивающего реагента (открытый цикл). Образцы брали ежедневно на протяжении 200 дней экспериментального выщелачивания. Для повышения точности раствор выщелачивающего реагента можно возвращать в цикл (замкнутый цикл), так чтобы в растворе увеличивалась концентрация выщелоченного золота и серебра. В таком случае количество выщелачивающего реагента и каустика необходимо измерить и поддерживать на минимальном значении в течение всего

экспериментального выщелачивания. Для каждой колонны анализировали рН, содержание цианида, концентрацию золота и концентрацию серебра в образце. Образцы выщелачивающего реагента также ежедневно анализировали, чтобы убедиться в отсутствии примесей или изменения концентрации химических соединений. Скорость подачи раствора измеряли каждый день, и при необходимости корректировки осуществляли соответствующие изменения.

[61] По окончании периода испытания записывали количество выщелоченного золота в процентах и сравнивали с общим содержанием золота в руде, растворимого в цианидах (т.е. с помощью бутылочного теста). Процент золота, выщелоченного сверх контрольного образца, наносили на график в зависимости от времени для демонстрации эффективности предложенной выщелачивающей добавки.

[62] В изложенном выше описании представлены различные конкретные детали, такие как примеры конкретных систем, компонентов, способов и т.д., для обеспечения наилучшего понимания некоторых вариантов реализации настоящего изобретения. Однако специалистам в данной области техники понятно, что по меньшей мере некоторые варианты реализации настоящего изобретения могут быть осуществлены на практике без указанных конкретных деталей. В других случаях общеизвестные компоненты или способы не описаны подробно или представлены в формате простой блок-схемы во избежание излишнего загромождения настоящего изобретения. Таким образом, конкретные детали, описанные выше, являются лишь иллюстративными. Конкретные варианты воплощения могут отличаться от представленных иллюстративных деталей, и тем не менее считаются входящими в объем настоящего изобретения.

[63] Несмотря на то, что технологические стадии способов, предложенных в настоящем документе, представлены и описаны в определенном порядке, порядок технологических стадий каждого способа может быть изменен так, чтобы некоторые технологические стадии можно было осуществлять в обратном порядке, или так, чтобы некоторые технологические стадии можно было осуществлять, по меньшей мере частично, одновременно с другими технологическими стадиями. В другом варианте реализации инструкции или промежуточные технологические стадии отдельных операций можно осуществлять в чередующемся и/или шахматном порядке.

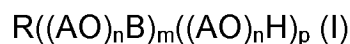
[64] Следует понимать, что представленное выше описание является иллюстративным,

а не ограничивающим. Специалистам в данной области техники при прочтении и осмысливании представленного выше описания станут понятны многие другие варианты реализации. Таким образом, объем настоящего изобретения следует определять со ссылкой на прилагаемую формулу изобретения вместе с полным объемом эквивалентов, к которым относится формула изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Раствор, содержащий:

выщелачивающий реагент для экстракции золота; и
одно или более соединений формулы (I):



где каждая группа АО независимо представляет собой алкиленокси-группу, выбранную из этиленокси («ЕО»), 1,2-пропиленокси («РО»), 1,2-бутиленокси и стириленокси;

каждый n независимо представляет собой целое число от 0 до 40;

m представляет собой целое число от 1 до общего количества ОН-атомов водорода в группе R до алкоксилирования;

p представляет собой такое целое число, что сумма m и p равна количеству ОН-атомов водорода в группе R до алкоксилирования;

B представляет собой H;

R представляет собой группу, выбранную из формул (II) – (VIII):

$R_1C(CH_2O)_3$ (II), где R_1 представляет собой H, метил, этил или пропил;

$C(CH_2O)_4$ (III);

$OC(CH_2O)_2$ (IV);

$N(CH_2CH_2O)$ (V)

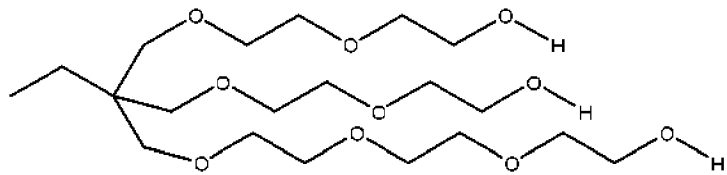
$(R_2)_xN(CH_2CH_2O)$ (VI), где R_2 представляет собой C_1 - C_4 алкил, y равен 1 – 3, и $x+y = 3$;

$O(CH_2)_rO$ (VII), где r равен от 2 до 6; и

$O(CH(CH_3)CH_2)O$ (VIII);

причем одно или более соединений присутствуют в концентрации от примерно 1 м.д. до примерно 500 м.д. раствора, и при этом раствор необязательно дополнительно содержит золото.

2. Раствор по п. 1, отличающийся тем, что каждый n независимо равен от 2 до 20.
3. Раствор по п. 2, отличающийся тем, что каждый n независимо равен от 2 до 10.
4. Раствор по п. 1, содержащий по меньшей мере одно соединение, имеющее следующую структуру:

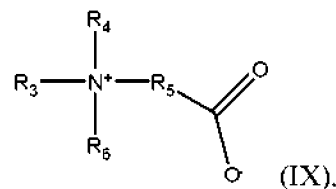


5. Раствор по п. 1, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент содержит цианид натрия, бромид-ион, ион хлора, йодид-ион, тиосульфат или тиоцианид.
6. Раствор по п. 1, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 10 г/л раствора.
7. Раствор по п. 5, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от 1 мг/л до примерно 10 г/л раствора.
8. Раствор по п. 1, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 1 г/л раствора.
9. Раствор по п. 7, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 1 г/л раствора.
10. Раствор по п. 1, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д.
11. Раствор по п. 4, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д.

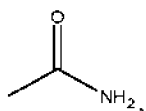
12. Раствор по п. 1, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д.
13. Раствор по п. 4, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д.
14. Раствор по п. 4, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации по меньшей мере примерно 25 м.д.
15. Раствор по п. 1, дополнительно содержащий дополнительный металл.
16. Раствор по п. 15, отличающийся тем, что дополнительный металл выбран из группы, состоящей из меди, серебра, никеля, цинка, молибдена, ванадия, урана и их комбинаций.

17. Раствор, содержащий:

выщелачивающий реагент для экстракции золота; и
одно или более соединений формулы (IX):



где R_3 представляет собой $C_1 - C_{20}$ линейную или разветвленную алкильную группу, содержащую ноль или более замещений с любым из O, N, OH или



R_4 и R_6 , каждый независимо, представляют собой H, $C_1 - C_{10}$ линейную или разветвленную алкильную группу или спиртовую группу,

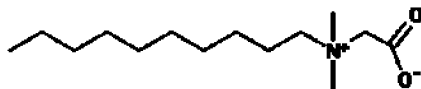
R_5 представляет собой $C_1 - C_{10}$ линейную или разветвленную алкильную группу; и

при этом одно или более соединений присутствуют в концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 500 м.д.,

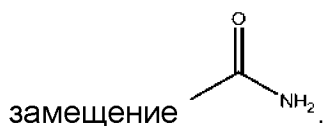
причем если раствор имеет pH менее 7,0, то формула (IX) дополнительно

содержит противоион для O^- , выбранный из группы, состоящей из H, сульфатной группы и сульфонатной группы, и при этом раствор необязательно дополнительно содержит золото.

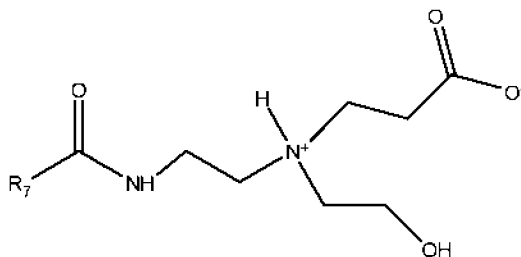
18. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что R_3 представляет собой C_{10} линейную или разветвленную алкильную группу.
19. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что R_4 и R_6 , каждый независимо, представляют собой $C_1 - C_4$ алкильную группу.
20. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что R_5 представляет собой $C_1 - C_4$ алкильную группу.
21. Раствор по п. 17, содержащий по меньшей мере одно соединение, имеющее следующую структуру:



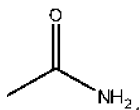
22. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что R_3 содержит по меньшей мере одно



23. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что R_4 и R_6 , каждый независимо, представляют собой H или спиртовую группу.
24. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что указанное соединение имеет структуру:

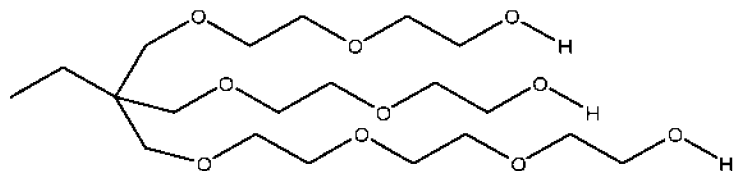


где R₇ представляет собой C₁ – C₂₀ линейную или разветвленную алкильную группу, содержащую ноль или более замещений с любым из O, N, OH или



25. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент содержит цианид натрия, бромид-ион, ион хлора, йодид-ион, тиосульфат или тиоцианид.
26. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент содержит цианид щелочного металла в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 10 г/л раствора.
27. Раствор по п. 25, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 10 г/л раствора.
28. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 1 г/л раствора.
29. Раствор по п. 25, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 1 г/л раствора.
30. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д.
31. Раствор по п. 25, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д.
32. Раствор по п. 17, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д.
33. Раствор по п. 25, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д.

34. Раствор по п. 25, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации по меньшей мере примерно 25 м.д. раствора.
35. Раствор по п. 17, дополнительно содержащий дополнительный металл.
36. Раствор по п. 35, отличающийся тем, что указанный металл выбран из группы, состоящей из меди, серебра, никеля, цинка, молибдена, ванадия, урана и их комбинаций.
37. Раствор, содержащий:
выщелачивающий реагент для экстракции золота; и
по меньшей мере одно соединение, указанное в п. 1, и по меньшей мере одно соединение, указанное в п. 17.
38. Раствор по п. 37, содержащий по меньшей мере одно соединение, имеющее следующую структуру:



39. Способ выщелачивания золота из руды, включающий:
приведение в контакт руды, содержащей золото, с раствором по любому из пп. 1, 17 и 37.
40. Способ по п. 39, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент содержит цианид натрия, и при этом приведение руды в контакт включает выщелачивание в навале породы, выщелачивание на поддонах или чановое выщелачивание с получением цианизированной выщелоченной руды.
41. Способ по п. 39, отличающийся тем, что указанный раствор содержит дополнительный металл, выбранный из группы, состоящей из меди, серебра, никеля, цинка, молибдена, ванадия, урана и их комбинаций.

42. Способ по п. 39, отличающийся тем, что приведение в контакт включает измельчение руды на частицы.
43. Способ по п. 42, дополнительно включающий получение суспензии из указанных частиц и раствора.
44. Способ извлечения золота из руды, включающий:
приведение в контакт руды, содержащей золото, с раствором по любому из пп. 1, 17 и 39, с получением продуктивного раствора выщелачивания; и
извлечение золота из продуктивного раствора выщелачивания.
45. Способ по п. 44, отличающийся тем, что извлечение золота включает по меньшей мере один процесс очистки или концентрирования, выбранный из группы, состоящей из экстракции растворителем, экстракции методом адсорбции-десорбции-регенерации, ионного обмена, твердофазной экстракции, выплавки, десорбции и электролитического выделения.
46. Способ по п. 45, отличающийся тем, что соединение в растворе совместимо с по меньшей мере одним процессом очистки или концентрирования.
47. Способ по п. 44, отличающийся тем, что извлечение золота включает процесс электролитического выделения.
48. Способ по п. 47, отличающийся тем, что соединение в растворе совместимо с процессом электролитического выделения.
49. Способ по п. 44, отличающийся тем, что указанный раствор содержит дополнительный металл, выбранный из группы, состоящей из меди, серебра, никеля, цинка, молибдена, ванадия, урана и их комбинаций.
50. Раствор, содержащий:
выщелачивающий реагент, содержащий цианид щелочного металла; и
смесь соединений, полученных алкоксилацией триметилпропана («TMP»), причем каждое из указанных соединений содержит этиленоксидные

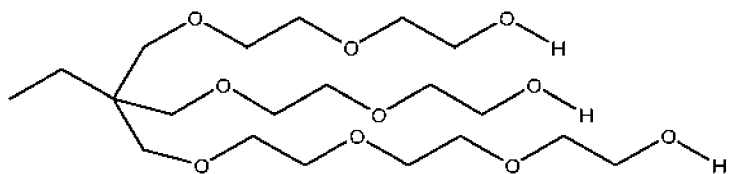
(«EO») звенья, и указанные соединения имеют общую структуру:

$\text{TMP-EO}_{x,y,z}$, где x , y и z независимо представляют собой целые числа от 0 до 7, при условии, что $x + y + z =$ от 0 до 21,

причем указанная смесь имеет общую концентрацию от примерно 1 м.д. до примерно 100 м.д., и

при этом раствор необязательно содержит золото.

51. Раствор по п. 50, содержащий по меньшей мере одно соединение, имеющее следующую структуру:



52. Раствор по п. 50, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент содержит цианид натрия.
53. Раствор по п. 50, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 10 г/л раствора.
54. Раствор по п. 52, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 10 г/л раствора.
55. Раствор по п. 53, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 1 г/л раствора.
56. Раствор по п. 54, отличающийся тем, что выщелачивающий реагент присутствует в концентрации от примерно 1 мг/л до примерно 1 г/л раствора.
57. Раствор по п. 50, отличающийся тем, что указанная смесь присутствует в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д.

58. Раствор по п. 52, отличающийся тем, что указанная смесь присутствует в общей концентрации от примерно 5 м.д. до примерно 100 м.д.
59. Раствор по п. 50, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в концентрации от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д.
60. Раствор по п. 58, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в концентрации от примерно 15 м.д. до примерно 30 м.д.
61. Раствор по п. 52, отличающийся тем, что одно или более соединений присутствуют в общей концентрации по меньшей мере примерно 25 м.д.
62. Раствор по п. 17, дополнительно содержащий дополнительный металл.
63. Раствор по п. 62, отличающийся тем, что указанный металл выбран из группы, состоящей из меди, серебра, никеля, цинка, молибдена, ванадия, урана и их комбинаций.
64. Раствор или способ по любому из предшествующих пунктов, отличающиеся тем, что выщелачивающий реагент не содержит серную кислоту.
65. Раствор или способ по любому из предшествующих пунктов.