

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038541**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.09.13

(21) Номер заявки
201891334

(22) Дата подачи заявки
2016.11.11

(51) Int. Cl. **C22B 3/08** (2006.01)
C22B 3/26 (2006.01)
C22B 3/28 (2006.01)

(54) **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

(31) **62/264,014**

(32) **2015.12.07**

(33) **US**

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/US2016/061591**

(87) **WO 2017/099941 2017.06.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БАСФ СЕ (DE)

(72) Изобретатель:
**Бендер Джек, Эммерих Нейтан К.,
Брюэр Рассел Винсент, Хайт Лорен
Мишель (US)**

(74) Представитель:
**Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) **US-A1-20030192403
US-A1-20130056357
PubChem Substance summary for CID 75844
Deposit date 08 August 2005 (08.08.2005), p. 1-14,
pg. 4
US-B1-6312500
WO-A1-2014194268**

(57) Изобретение относится к вспомогательным средствам для выщелачивания, например, когда они присутствуют в растворе выщелачивания для выщелачивания меди из руды, и к способам применения этих средств для выщелачивания. В частности, раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды включает выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее одно или несколько соединений формулы (I) $R((AO)_nB)_m((AO)_nH)_p$, где каждая АО группа независимо означает алкиленоксигруппу. Способ применения этих вспомогательных средств для выщелачивания может включать способ извлечения меди из руды, который включает кучное выщелачивание, экстракцию растворителем и электроэкстракцию.

B1**038541****038541****B1**

Область техники

Настоящее изобретение в общем относится к области экстракционной металлургии. В особенности настоящее изобретение относится к вспомогательным средствам для выщелачивания, например, когда они присутствуют в растворе выщелачивания, и способам применения таких средств для выщелачивания. В некоторых аспектах эти вспомогательные средства для выщелачивания могут включать один компонент или комбинацию компонентов. Способ применения этих вспомогательных средств для выщелачивания может включать способ извлечения металла из руды, например способ, включающий кучное выщелачивание, экстракцию растворителем и электроэкстракцию.

Предпосылка создания изобретения

Медь, медные сплавы и несколько других ценных металлов применялись в течение тысяч лет. Из-за важности таких металлов многочисленные организации имеют и продолжают исследовать пути повышения эффективности и производительности методов осуществления закупок. Для шахт крайне важно максимизировать эффективность при добыче металлов из руды. Медьсодержащие руды обычно подразделяются на две категории: окисные и сульфидные руды. Окисные руды (например, куприт, малахит и азурит) найдены вблизи поверхности, поскольку они являются продуктами окисления более глубоких вторичных и первичных сульфидных руд (например, халькопирита, борнита и халькоцита). Из-за химической природы оксидов меди и вторичных сульфидов, шахты обычно обрабатывают руду гидрометаллургическими процессами, т.е. кучным выщелачиванием, экстракцией растворителем и электроэкстракцией. Приблизительно 20% ежегодного мирового производства меди получают через гидрометаллургические процессы.

Во время гидрометаллургических процессов металл извлекается, когда металлсодержащий материал выщелачивается одним из нескольких способов. Выщелачивание обычно осуществляется путем применения выщелачивателя к собранной руде. Наиболее распространенным выщелачивателем, применяемым в горнодобывающей промышленности, является серная кислота ("H₂SO₄"), поскольку она обеспечивает эффективное и экономически эффективное высвобождение металла из руды. Процесс выщелачивания может быть кучным, из отвалов, перколяционным или процессом выщелачивания с механическим перемешиванием. Однако, несмотря на способ выщелачивания, внутренние принципы выщелачивания одинаковы: "1. [Процесс] ... должен растворять рудные минералы достаточно быстро, чтобы сделать возможной коммерческую добычу [...] ... [Процесс] должен проявлять химическую инертность по отношению к безрудным минералам ... [потому, что] в ситуации, где атакованы безрудные минералы, потребляется чрезмерное количество выщелачивателя, и выщелачивающий раствор загрязнен примесью в нежелательном объеме. 2. [Процесс] ... должен быть дешевым и легкодоступным в больших количествах. 3. Если возможно, ... [процесс] должен быть таким, чтобы он мог быть восстановлен в последующих процессах после выщелачивания", С.К. Gupta, Т.К. Mukherjee, Hydrometallurgy in Extraction Processes, том. 1. Основная характеристика выщелачивания заключается в том, что независимо от применяемого выщелачивателя, оно должно иметь возможность взаимодействовать с частицами руды таким образом, чтобы обеспечить перенос желаемого металла из руды в собранный, а затем управляемый раствор.

Кучное выщелачивание является распространенным способом выщелачивания в гидрометаллургических процессах; тем не менее, этот способ имеет недостатки. Когда металлсодержащий материал свален в кучу и на него распылен раствор разбавленной кислоты, требуется значительное время для того, чтобы раствор просачивался вниз через кучу перед тем, как он может быть собран и поставлен для последующих операций. Процесс экстракции может потребовать от нескольких дней до нескольких месяцев. Дополнительные проблемы возникают, когда тонкодисперсные частицы в куче накапливаются между более крупными кусками руды и уменьшают скорость нисходящего потока раствора выщелачивания или полностью перекрывают поток. Это приводит к каналообразованию среды выщелачивания (т.е., когда раствор следует по пути наименьшего сопротивления через кучу), меньшему контакту с упакованными мелкими фракциями и более низкой, чем ожидалось, концентрации металла в полученном в результате продуктивном растворе выщелачивания ("ПРВ"). Эти накопления могут также приводить к объединению металлсодержащего раствора и, в конечном счете, к уменьшению выхода выщелачивания, поскольку ценный металл остается в ловушке в куче.

Для борьбы с этими проблемами руду можно агрегировать перед применением раствора выщелачивания. Например, в раствор выщелачивания и/или рафинат могут быть включены средства для агрегации частиц. Средства для агрегации частиц функционируют как связующие агенты для мелких фракций в крупные частицы руды. Это связывание позволяет более равномерно просачиваться раствору выщелачивания через кучу. Такие средства для агрегации частиц могут включать комбинации сильных кислот и воды, анионные акриламиды, сополимеры акриламида и акриловой кислоты, гидроксаматные полимеры, поливиниловые спирты, сополимеры, катиона аммония и производных акриламида, и сополимеры, включающие комбинации групп поли(акриламид), поли(акриламид/акрилат натрия), поли(хлорид диаллилдиметиламмония), поли(акриламид/хлорид диаллилдиметиламмония) и поли(хлорид диаллилдиметиламмония/винилтриметоксисилан).

Одним из недостатков применения средств для агрегации частиц является их ограниченная способность выдерживать кислотные условия, например серной кислоты из раствора выщелачивания. Разруше-

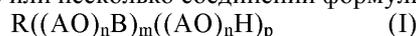
ние средства для агрегации частиц приводит к последующему разрушению агрегированных частиц. Это быстро приводит к тем же проблемам, что были описаны ранее, таким как каналобразование и объединение в кучу. Каналообразование и объединение долго были проблемой при кучном выщелачивании, и многие пытались решить такие вопросы путем введения, например, пеногасителя, поверхностно-активного вещества или агентов разложения кислоты. Тем не менее горнодобывающая промышленность не получила широкого распространения, например агрегирующих агентов типа органических полимеров для кучного выщелачивания из-за их несовместимости с процессами (например, экстракции растворителем, электроэкстракции) ниже по потоку от операции выщелачивания и дополнительных расходов.

Остается потребность во вспомогательных средствах для выщелачивания, особенно в растворах выщелачивания, и способах применения этих средств для выщелачивания в процессе извлечения металла из руды. Согласно различным аспектам эти вспомогательные средства для выщелачивания совместимы со всеми аспектами процесса, включая кучное выщелачивание, экстракцию растворителем и электроэкстракцию.

Краткое описание изобретения

Согласно различным аспектам настоящего изобретения раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды включает

выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее одно или несколько соединений формулы (I)



где каждая АО группа независимо означает алкиленоксигруппу, выбранную из этиленокси ("ЕО"), 1,2-пропиленокси ("РО"), 1,2-бутиленокси, и стириленокси;

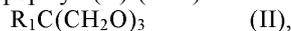
каждое n независимо равно целому числу от 2 до 40;

m равно целому числу от 1 до общего количества водородов ОН-групп в R группе перед алкоксилированием;

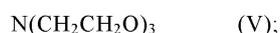
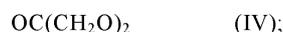
r равно целому числу таким образом, что сумма m плюс r равняется количеству водородов ОН-групп в R группе перед алкоксилированием;

B означает H;

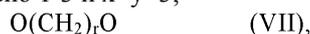
R означает группу, выбранную из формул (II)-(VIII):



где R₁ означает H, метил, этил или пропил;



где R₂ означает C₁-C₄-алкил, y равно 1-3 и x+y=3;



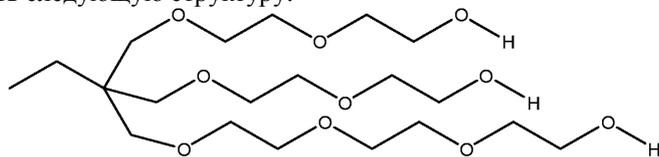
где r равно 2-6; и



где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора, и

где одно или несколько соединений находится при концентрации от 1 до 2000 млн.д. раствора.

Предпочтительно соединение находится при общей концентрации от около 1 до около 2000 млн.д., или от около 5 до около 100 миллионных долей (млн.д.), или от около 5 до около 50 млн.д., или от около 15 до около 30 млн.д., или от около 25 млн.д. В формуле (I) n может быть равно 2-30, или 2-20, или 2-10. Соединение может иметь следующую структуру:



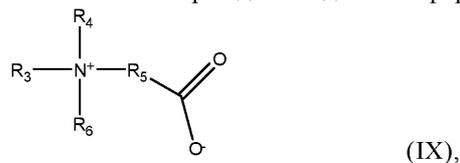
Выщелачиватель может находиться при концентрации, например, от около 1 до около 50 г/л, от около 1 до около 25 г/л, от около 1 до около 15 г/л, от около 1 до около 10 г/л, от около 5 до около 25 г/л. В определенных аспектах выщелачиватель может находиться при концентрации от около 10 г/л, или от около 5 до около 100 г/л, или от около 5 до около 50 г/л, или от около 5 до около 15 г/л раствора выщелачивания. Соединение может находиться при общей концентрации от около 10 до около 1000 млн.д., или от около 20 до около 500 млн.д., или от около 25 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 100 млн.д. раствора выщелачивания. Раствор выщелачивания может дополнительно включать металл, такой как медь.

В одном аспекте настоящего изобретения раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды может включать

выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и

вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее по меньшей мере одно соединение

формулы (I), как описано выше, и по меньшей мере одно соединение формулы (IX)



где R₃ означает C₁-C₂₀-линейную или разветвленную алкильную группу, необязательно замещен-

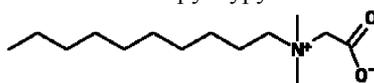
ную любым из O, N, OH или

R₄ и R₆, каждый независимо, означают H, C₁-C₁₀-линейную или разветвленную алкильную группу или спиртовую группу,

R₅ означает C₁-C₁₀-линейную или разветвленную алкильную группу;

где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора.

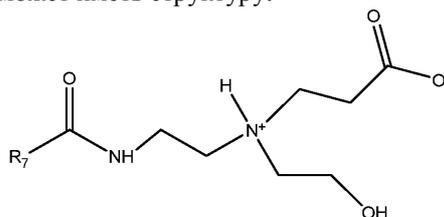
Предпочтительно R₃ может означать C₁₀-линейную или разветвленную алкильную группу, R₄ и R₆ каждый независимо могут означать C₁-C₄-алкильную группу и/или R₅ может означать C₁-C₄-алкильную группу. Соединение формулы (IX) может иметь структуру:



В некоторых аспектах настоящего изобретения R₃ может содержать по меньшей мере один

заместитель и/или R₄ и R₆, каждый независимо, означают H или спиртовую группу.

Соединение формулы (IX) может иметь структуру:



где R₇ означает C₁-C₂₀-линейную или разветвленную алкильную группу, необязательно замещен-

ную любым из O, N, OH или

Выщелачиватель может представлять собой серную кислоту при концентрации, например, от около 1 до около 50 г/л, от около 1 до около 25 г/л, от около 1 до около 15 г/л, от около 1 до около 10 г/л, от около 5 до около 25 г/л. В определенных аспектах, выщелачиватель может находиться при концентрации от около 10 г/л, или от около 5 до около 100 г/л, или от около 5 до около 50 г/л, или от около 5 до около 15 г/л раствора выщелачивания. Соединение формулы (I) может находиться при общей концентрации от около 10 до около 1000 млн.д., или от около 20 до около 500 млн.д., или от около 25 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 100 млн.д., или от около 15 до около 30 млн.д., или от около 25 млн.д. Раствор выщелачивания может дополнительно включать металл, такой как медь.

Согласно различным аспектам настоящего изобретения раствор выщелачивания может включать выщелачиватель и одно или несколько соединений, описанных выше.

В других аспектах настоящее изобретение относится к способу выщелачивания меди из руды, который включает контактирование руды, содержащей медь, с любым из растворов выщелачивания, описанных выше. Контактное с рудой может включать в себя различные способы выщелачивания, включая кучное выщелачивание, выщелачивание из отвалов, чановое выщелачивание или выщелачивание с механическим перемешиванием. В некоторых аспектах руда агрегирована или неагрегирована.

Дополнительно, настоящее изобретение относится к способу извлечения меди из руды, включающему контактирование руды, содержащей медь, с любым из растворов выщелачивания, описанных выше, до образования продуктивного раствора выщелачивания; и извлечение меди из продуктивного раствора выщелачивания. Извлечение металла может включать процесс экстракции растворителем. В определенных аспектах настоящего изобретения, соединение в растворе выщелачивания может быть совместимо с процессом экстракции растворителем. Извлечение металла может включать процесс электроэкстракции, когда соединение в растворе выщелачивания совмещается с процессом электроэкстракции. Вышеупомянутое краткое описание обеспечивает основное понимание настоящего изобретения. Это краткое описание не является широким обзором всех предусмотренных аспектов и не предполагается для

определения всех ключевых или значимых элементов или объема любых или всех аспектов настоящего изобретения. Его единственная цель состоит в том, чтобы представить один или несколько аспектов настоящего изобретения в форме краткого описания в виде вводной части к более подробному описанию, которое следует, и описанным признакам, и особенно к признакам, которые указаны в формуле изобретения.

Детальное описание изобретения

Аспекты настоящего изобретения описаны здесь в контексте вспомогательных средств для выщелачивания в растворах выщелачивания и способов применения этих средств для выщелачивания. Специалисты в данной области техники примут во внимание, что следующее описание является только иллюстративным и не предназначается для каких-либо ограничений. Другие аспекты настоящего изобретения будут легко предполагаться специалистами в данной области техники с учетом этого раскрытия. Детальные отсылки могут быть сделаны на воплощение аспектов настоящего изобретения в виде иллюстративных примеров осуществления в сопровождении рисунков. Те же самые ссылочные индикаторы будут применяться, по мере возможности, всюду на фигурах и в следующем описании, чтобы относиться к тем же самым или подобным признакам.

Согласно различным аспектам настоящее изобретение направлено на растворы выщелачивания, включающие вспомогательные средства для выщелачивания для улучшения скорости извлечения и/или полного извлечения меди из неагрегированной или агрегированной руды. Выщелачивающие растворы совместимы с различными процессами горнорудного производства, включая экстракцию растворителем и электроэкстракцию.

Растворы выщелачивания могут включать средства для выщелачивания, которые включают, но не ограничены ими, один или любую комбинацию следующих классов соединений:

- сульфонат-, сульфат-, или карбоксилат-блокированные, алкоксилированные соединения;
- бетаины;
- алкилсульфаты и алкильные простые эфиры серной кислоты;
- сульфосукцинаты, алкоксилаты (например, алкоксилированные полиолы), сульфосукцинамиды;
- ацетиленовые диолы;
- амфоацетаты/пропионаты.

В частности, согласно различным аспектам настоящего изобретения раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды включает выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее одно или несколько соединений формулы (I)



где каждая АО группа независимо означает алкиленоксигруппу, выбранную из этиленокси ("ЕО"), 1,2-пропиленокси ("РО"), 1,2-бутиленокси и стириленокси;

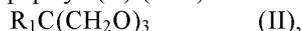
каждое n независимо равно целому числу от 2 до 40;

m равно целому числу от 1 до общего количества водородов ОН-групп в R группе перед алкоксилированием;

p равно целому числу таким образом, что сумма m плюс p равняется количеству водородов ОН-групп в R группе перед алкоксилированием;

B означает H;

R означает группу, выбранную из формул (II)-(VIII):



где R₁ означает H, метил, этил или пропил;



где R₂ означает C₁-C₄-алкил, y равно 1-3 и x+y=3;



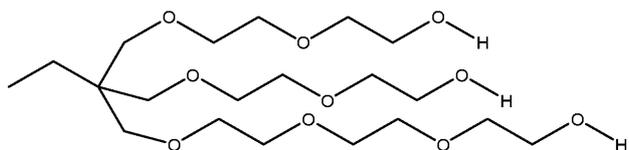
где r равно 2-6; и



где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора, и

где одно или несколько соединений находится при концентрации от 1 до 2000 млн.д. раствора.

Согласно различным аспектам настоящего изобретения n может быть равно 2-30, или 2-20, или 2-10 и R может иметь формулу (II). Например, раствор выщелачивания может включать вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее распределение соединений следующей структуры, в которой средство для выщелачивания можно назвать "TMP-7(EO)":



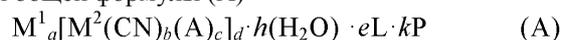
Средство для выщелачивания TMP-7(EO) может быть сформировано путем процесса алкоксилирования триметилпропана ("TMP"), где процесс приводит в результате к смеси (т.е. распределению) триметилпропановых соединений, имеющих множество этиленоксидных ("EO") единиц, включая TMP-EO_{x,y,z}, где x, y и z равно независимо целому числу от 0 до 7 с условием, что x + y + z = 7. Полученная в результате смесь соединений включает одну из вышеуказанных структур TMP-7(EO).

Алкоксилирование предпочтительно катализируют сильными основаниями, которые добавляют в форме алкоголята щелочных металлов, гидроксида щелочных металлов или гидроксида щелочноземельных металлов, в количестве от около 0,1 до около 1 мас.% в пересчете на количество алканоло RZiOH (см. G. Gee et al., J. Chem. Soc. (1961), page 1345; B. Wojtech, Makromol. Chem. 66 (1966), page 180).

Также возможен кислотный катализ реакции присоединения. В дополнение также подходят кислоты Бренстеда, кислоты Льюиса, такие как, например, AlCl₃ или комплекс диэтилового простого эфира и BF₃, BF₃, BF₃·H₃PO₄, SbCl₅·2H₂O или гидроталькит (см. P.H. Plesch, The Chemistry of Cationic Polymerization, Pergamon Press, New York (1963)). Двойные металлоцианидные соединения (DMC) также подходят в качестве катализатора.

Все подходящие соединения, известные специалисту в данной области техники, в принципе могут быть применены в качестве соединения DMC.

Соединения DMC, подходящие в качестве катализатора, описаны, например, в WO 99/16775 и DE-A-10117273. Особенно подходящими катализаторами для алкоксилирования являются двойные металлоцианидные соединения общей формулы (A)



в которой M¹ означает по меньшей мере один ион металлического элемента, выбранный из группы, включающей Zn²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Co³⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Co²⁺, Sn²⁺, Pb²⁺, Mo⁴⁺, Al³⁺, V⁴⁺, V⁵⁺, Sr²⁺, W⁴⁺, W⁶⁺, Cr²⁺, Cr³⁺, Cd²⁺, Hg²⁺, Pd²⁺, Pt²⁺, V²⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Ba²⁺, Cu²⁺, La³⁺, Ce³⁺, Eu³⁺, Ti³⁺, Ti⁴⁺, Ag⁺, Rh²⁺, Rh³⁺, Ru²⁺ и Ru³⁺;

M² означает по меньшей мере один ион металлического элемента, выбранный из группы, включающей Fe²⁺, Fe³⁺, Co²⁺, Co³⁺, Mn²⁺, Mn³⁺, V⁴⁺, V⁵⁺, Cr²⁺, Cr³⁺, Rh³⁺, Ru²⁺ и Ir³⁺;

A и X, независимо друг от друга, означают анион, выбранный из группы, включающей галид, гидроксид, сульфат, карбонат, цианид, тиоцианат, изоцианат, цианат, карбоксилат, оксалат, нитрат, нитрозил, гидросульфат, фосфат, дигидрофосфат, гидрофосфат и бикарбонат;

L означает водорастворимый лиганд, выбранный из группы, включающей спирты, альдегиды, кетоны, простые эфиры, простые полиэфиры, сложные эфиры, сложные полиэфиры, поликарбонат, мочевины, амиды, первичные, вторичные и третичные амины, лиганды, включающие пиридиновый азот, нитрилы, сульфиды, фосфиды, фосфиты, фосфины, фосфонаты и фосфаты;

k равно дробному или целому числу больше чем или равному ноль;

P означает органическую добавку;

a, b, c, d, g и n выбирают таким образом, чтобы обеспечить электронейтральность соединения (I), это возможно для c, равного 0;

e, количество молекул лиганда, равно дробному или целому числу больше чем 0 или равно 0,

f и h, независимо друг от друга, равны дробному или целому числу больше чем 0 или равны 0.

Органическая добавка P может включать простой полиэфир, сложный полиэфир, поликарбонаты, полиалкиленгликолевый сложный эфир сорбита, глицидиловый простой эфир полиалкиленгликоля, полиакриламид, поли(акриламид-со-акриловую кислоту), полиакриловую кислоту, поли(акриламид-со-малеиновую кислоту), полиакрилонитрил, полиалкилакрилаты, полиалкилметакрилаты, поливинилметилловый простой эфир, поливинилэтиловый простой эфир, поливинилацетат, поливиниловый спирт, поли-N-винилпирролидон, поли(N-винилпирролидон-со-акриловую кислоту), поливинилметилкетон, поли(4-винилфенол), поли(акриловая кислота-со-стирол), оксазолиновые полимеры, полиалкиленимины, сополимеры малеиновой кислоты и малеинового ангидрида, гидроксиэтилцеллюлозу, полиацетаты, ионные поверхностно-активные и межфазно-активные соединения, галловую кислоту или ее соли, сложные эфиры или амиды, сложные эфиры карбоновых кислот и многоатомных спиртов и гликозиды.

Эти катализаторы могут быть кристаллическими или аморфными. Если k равно ноль, кристаллические двойные металлоцианидные соединения являются предпочтительными. Если k равно больше, чем ноль, кристаллические, полукристаллические и существенно аморфные катализаторы являются предпочтительными.

Предпочтительным вариантом осуществления катализаторов могут быть катализаторы формулы (A), в которой k равно больше чем ноль.

Предпочтительный катализатор потом включает по меньшей мере одно двойное металлоцианидное

соединение, по меньшей мере один органический лиганд и по меньшей мере одну органическую добавку Р.

Предпочтительно к равно нолю, е необязательно также равно нолю и X означает исключительно карбоксилат, предпочтительно для пары ацетат и пропионат. Такие катализаторы описывают в WO 99/16775. Здесь кристаллические двойные металлоцианидные катализаторы являются предпочтительными. Двойные металлоцианидные катализаторы, как описано в WO 00/74845, которые являются кристаллическими или пластинчатыми, являются более предпочтительными.

Получение модифицированных катализаторов осуществляют комбинированием раствора соли металлического элемента с раствором цианометаллата, который может необязательно содержать и органический лиганд L, и органическую добавку Р. Органический лиганд и необязательно органическую добавку добавляют потом. В предпочтительном варианте осуществления получения катализатора сначала получают неактивную фазу двойного металлоцианида, а потом ее превращают в активную фазу двойного металлоцианида путем перекристаллизации, как описано в РСТ/EP01/01893.

Согласно другим аспектам примеров катализаторов f, e и k не равны нолю. Есть двойные металлоцианидные катализаторы, которые содержат водорастворимый органический лиганд (как правило, в количествах от 0.5 до 30 мас.%) и органическую добавку (как правило, в количествах от 5 до 80 мас.%), как описано в WO 98/06312. Катализаторы могут быть получены или при интенсивном перемешивании (24000 об/мин с применением Turbax), или при перемешивании, как описано в US 5158922.

Особенно подходящие катализаторы для алкоксилирования представляют собой двойные металлоцианидные соединения, которые включают цинк, кобальт или железо или два из них. Например, Берлинская Лазурь является особенно подходящей.

Предпочтительно применяют кристаллические соединения DMC. В определенных аспектах кристаллическое соединение DMC, типа Zn_4Co , которое включает ацетат цинка в качестве дополнительного компонента соли металлического элемента, применяют в качестве катализатора. Такие соединения кристаллизуют с моноклинной структурой, и они имеют пластинчатый габитус. Такие соединения описывают, например, в WO 00/74845 или РСТ/EP01/01893.

Соединения DMC, подходящие в качестве катализатора, могут быть получены в принципе всеми способами, известными специалисту в данной области техники. Например, соединения DMC могут быть получены прямым осаждением, способом пропитки по влагеёмкости или получением фазы исходного реагента и последующей перекристаллизацией.

Соединения DMC могут быть применены в виде порошка, пасты или суспензии или могут быть сформованы для получения формованного изделия введением в формованные изделия, пены или подобное или нанесены на формованные изделия, пены или подобное.

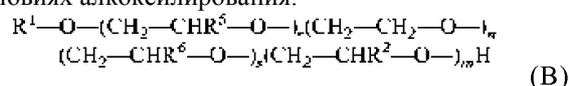
Концентрация катализатора, применяемая для алкоксилирования, в пересчете на конечный количественный диапазон, обычно составляет меньше чем 2000 млн.д. (т.е. 1 мг катализатора на 1 кг продукта), предпочтительно меньше чем 1000 млн.д., в особенности меньше чем 500 млн.д., особенно предпочтительно меньше чем 100 млн.д., например меньше чем 50 млн.д. или 35 млн.д., особенно предпочтительно меньше чем 25 млн.д.

Реакция присоединения может быть выполнена при температурах от около 90 до около 2400°C, предпочтительно от 120 до 1800°C, в закрытом сосуде. Алкиленоксид или смесь разных алкиленоксидов добавляют к смеси спиртов и щелочи при давлении парообразования смеси алкиленоксидов, которое преобладает при температуре выбранной реакции. Если желательно, алкиленоксид может быть разбавлен до около 30-60% инертным газом. Это обеспечивает дополнительную защиту относительно предупреждения взрывного полиприсоединения алкиленоксида.

Если применяют смесь алкиленоксидов, формируются цепи простого полиэфира, в которых разные алкиленоксидные строительные блоки в сущности беспорядочно распределены. Вариации в распределении строительных блоков вдоль цепи простого полиэфира являются результатом разных скоростей реакции компонентов, а также могут быть достигнуты беспорядочно путем продолжения подачи композиции смеси алкиленоксидов, которая регулируется программно. Если разные алкиленоксиды подвергают реакции последовательно, то получают цепи простого полиэфира, имеющие блокоподобное распределение алкиленоксидных строительных блоков.

Длина цепей простого полиэфира изменяется беспорядочно в пределах продукта реакции, около среднего значения стехиометрической величины, существенно обусловленной добавляемым количеством.

Смеси алкоксилатов общей формулы (B) (ниже) могут быть получены путем подвергания реакции спиртов общей формулы $C_5H_{11}CH(C_3H_7)CH_2OH$ с пропиленоксидом/этиленоксидом в вышеупомянутой последовательности при условиях алкоксилирования.



где R^1 означает по меньшей мере однократно разветвленный C_{4-22} алкил или -алкилфенол,
 R^2 означает $C_{3,4}$ алкил,

R^5 означает C_{1-4} алкил,

R^6 означает метил или этил,

n имеет среднее значение от 1 до 50,

m имеет среднее значение от 0 до 20,

g имеет среднее значение от 0 до 50,

s имеет среднее значение от 0 до 50,

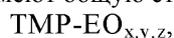
m равно по меньшей мере 0.5, если R^5 означает метил или этил, или имеет значение 0.

Подходящими условиями алкоксилирования являются описанные выше и в Nikolaus Schönfeldt, Grenzflächenaktive Äthylenoxid-Addukte, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 1984. Как правило, алкоксилирование выполняют в присутствии основных катализаторов, таких как KOH, в отсутствие растворителя. Алкоксилирование может тем не менее, также быть выполнено в сочетании с применением растворителя. Иницируется полимеризация алкиленоксида, при которой неизбежно происходит беспорядочное распределение гомологов, среднее значение которого обозначают здесь p , n , m и q .

Согласно различным аспектам настоящего изобретения, раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды может включать:

выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и

вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее смесь соединений, сформированную алкоксилированием триметилпропана ("TMP"), где каждое из соединений содержит единицы этиленоксида ("EO"), при этом соединения имеют общую структуру:



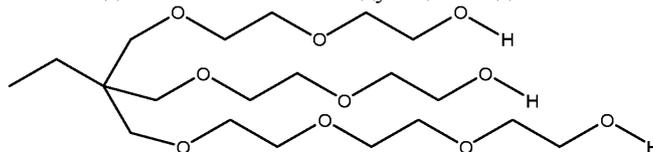
в которой x , y и z независимо означают целое число от 0 до 7 при условии что $x + y + z = 7$,

где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора,

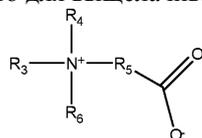
где одно или несколько соединений находятся при концентрации от 1 до 2000 млн.д. раствора, и

где смесь находится при общей концентрации от 1 до 50 млн.д.

Предпочтительно смесь соединений включает следующее соединение:

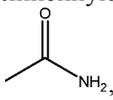


В одном аспекте настоящего изобретения раствор выщелачивания может также дополнительно включать вспомогательное средство для выщелачивания формулы (IX)



(IX),

где R_3 означает C_1 - C_{20} -линейную или разветвленную алкильную группу, необязательно замещен-

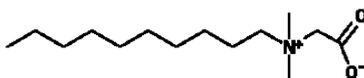
ную любым из O, N, OH или 

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

R_5 означает C_1 - C_{10} -линейную или разветвленную алкильную группу.

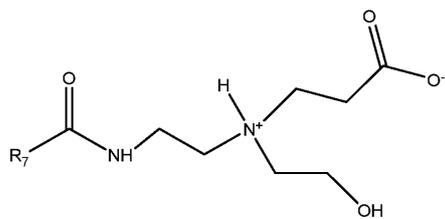
В данном аспекте термин "спиртовая группа" означает C_1 - C_x -линейную или разветвленную алкильную группу, имеющую -OH функциональность, где x равно целому числу, например x может составлять от 2 до 10 или от 2 до 20.

Предпочтительно R_3 может означать C_{10} -линейную или разветвленную алкильную группу, а R_4 , R_5 и R_6 могут означать независимо C_1 - C_3 -алкильную группу. Например, раствор выщелачивания может включать вспомогательное средство для выщелачивания, имеющее следующую структуру, которую можно назвать как "MC1000":

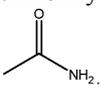


Согласно определенным аспектам настоящего изобретения R_3 может включать по меньшей мере

один  заместитель, а R_4 и R_6 могут независимо означать H или спиртовую группу. Например, раствор выщелачивания может включать вспомогательное средство для выщелачивания, имеющее следующую структуру:



где R_7 означает C_1 - C_{20} -линейную или разветвленную алкильную группу, необязательно замещен-

ную любым из O, N, OH или .

Согласно различным аспектам настоящего изобретения одно или несколько вспомогательных средств для выщелачивания может быть добавлено к раствору выщелачивания для любого типа технологии выщелачивания, при которой водный раствор применяют, чтобы удалить медь из руды. Одно или несколько вспомогательных средств для выщелачивания могут быть добавлены к раствору выщелачивания при общей концентрации от около 1 до около 2000 млн.д., или от около 5 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 100 млн.д., или от около 15 до около 30 млн.д., или от около 10 до около 1000 млн.д., или от около 20 до около 500 млн.д., или от около 10 до 100 млн.д., или от около 10 до около 50 млн.д., или от около 25 до около 50 млн.д. раствора выщелачивания, или от около 50 млн.д. до меньше чем критическая концентрация мицеллообразования средства для выщелачивания. Критические значения мицеллообразования могут составлять, например, от около 100 до около 1000 млн.д. Например, раствор выщелачивания может включать вспомогательное средство для выщелачивания формулы (I) или (IX) при общей концентрации от около 5 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 100 млн.д., или от около 15 до около 30 млн.д., или от около 25 млн.д., или от около 10 млн.д. до около 100 млн.д., или от около 25 млн.д. до около 50 млн.д. раствора выщелачивания. Согласно определенным аспектам настоящего изобретения, раствор выщелачивания может включать вспомогательное средство для выщелачивания TMP-7(EO) или вспомогательное средство для выщелачивания MS1000 при общей концентрации от около 5 до около 50 млн.д., или от около 5 до около 100 млн.д., или от около 15 до около 30 млн.д., или от около 10 до около 100 млн.д., или от около 25 до около 50 млн.д., или от около 25 млн.д. раствора выщелачивания.

Согласно различным аспектам настоящего изобретения раствор выщелачивания может включать выщелачиватель и одно или несколько вспомогательных средств для выщелачивания формул (I) и (IX), описанных выше. Например, раствор выщелачивания может включать и вспомогательное средство для выщелачивания TMP-7(EO), и вспомогательное средство для выщелачивания MS1000.

Ценные металлы/металлоиды могут находиться в ионной форме и/или в форме простого соединения.

Применение вспомогательного средства для выщелачивания руды, описанного здесь, может снизить поверхностное натяжение раствора выщелачивания и обеспечить лучшее смачивание руды во время кучного выщелачивания, независимо от того, руда агрегирована или нет. Дополнительно, это снижение поверхностного натяжения может предотвратить или снизить капиллярный эффект в микроскопических трещинах руды.

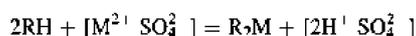
При исследовании руды можно заметить, что путь раствора выщелачивания должен пролегать через лабиринт каналов и трещины в руде, работающих "тупиками" (см. фиг. 1). Robert W. Bartlett, *Solution Mining Leaching and Fluid Recovery of Materials*, p. 138. После того как раствор выщелачивания течет в трещину и реагирует с поверхностью руды, в тот же час истощившийся раствор, содержащий желательный металл, возвращается в трещину из-за капиллярного эффекта. Это не дает в результате дополнительного выщелачивания руды из этой трещины. Чтобы помочь потоку раствора выщелачивания через каналы, и достичь экстракции ценного металла из трещин руды, уменьшение поверхностного натяжения раствора выщелачивания может дать возможность, чтобы путь, по которому пройдет экстрагированный металл, был менее затрудненным.

Добавление поверхностно-активных агентов в качестве вспомогательного средства для выщелачивания к раствору выщелачивания может освобождать металлосодержащий раствор из трещин, давая возможность свежему раствору проникнуть в трещины. Например, капиллярный эффект может быть снижен до около 80%, или до около 70% или до около 60% и меньше, чем таковой самой воды, через добавление одного или нескольких средств для выщелачивания. Это уменьшение капиллярного эффекта освобождает раствор выщелачивания из трещины, что в конечном итоге увеличивает скорость извлечения и/или общего извлечения металла из руды.

Вспомогательные средства для выщелачивания согласно различным аспектам настоящего изобретения совместимы с несколькими процессами и условиями процессов, включая, но не ограничиваясь, агрегацию, выщелачивание, экстракцию растворителем и электроэкстракцию. Одно или несколько вспомогательных средств для выщелачивания могут не иметь или имеют ограниченное воздействие на другие процессы таким образом, что они совмещаются с процессами, находящимися ниже по потоку, после то-

го, как применили одно или несколько вспомогательных средств для выщелачивания для извлечения металла во время выщелачивания.

Например, экстракция растворителем представляет собой аккуратно организованный баланс многочисленных концентраций металла и кислот. Основа многих форм экстракции растворителем создана вокруг цикла ионов водорода:



Vladimir S. Kislik, Solvent Extraction: Classical and Novel Approaches, p. 191.

Высококочувствительный химический баланс, который присущ всем операциям экстракции растворителем, может находиться под негативным воздействием малейшего нарушения. Например, в процессе экстракции растворителем меди все процессы взаимосвязаны и формируют неразрывную взаимосвязь, как показано на фиг. 2. Поскольку эта взаимосвязь возможна, только если добавка предназначается, чтобы усилить одну часть процесса (например, выщелачивание меди), это могло бы легко нарушить другой сегмент (например, экстракцию меди) из-за химической несовместимости. Проблемы, такие как эти, могут включать образование эмульсий, унос, введение примесей в цех, манипуляции с экстракцией и/или кинетикой десорбции, разложение или потускнение реагента или аннулирование отдельного этапа процесса. Согласно различным аспектам примеров раскрытия средства для выщелачивания являются совместимыми с операциями выщелачивания, экстракции, десорбции и электроэкстракции и не приводят в результате к вышеупомянутым проблемам.

Согласно различным аспектам настоящего изобретения вспомогательное средство для выщелачивания может быть добавлено к раствору выщелачивателя, который пропускают через руду во время процесса экстракции. Руда может быть подвергнута процессу агрегации перед выщелачиванием раствором выщелачивателя. В некоторых аспектах вспомогательное средство для выщелачивания может быть добавлено к воде и выщелачивателю (например, серной кислоте), применяемому в процессе агрегации в отсутствие дополнительного добавления вспомогательного средства для выщелачивания к раствору выщелачивателя, циркулирующего через руду для выщелачивания металла (например, меди). Также вспомогательное средство для выщелачивания может быть добавлено к части раствора выщелачивателя с или без добавления дополнительной кислоты для применения в качестве вспомогательного средства агрегации с последующим пропусканием выщелачивателя через руду с или без вспомогательного средства для выщелачивания.

Одно или несколько средств для выщелачивания, которые применяются для улучшения скорости извлечения и/или общего извлечения металлов из руды, если руда агрегирована или не агрегирована и которые совместимы с многочисленными процессами горнорудного производства, могут иметь множественные общие характеристики. Например, средства для выщелачивания могут представлять собой анионные, катионные, неионные или амфотерные сурфактанты или их смеси. Предпочтительно средства для выщелачивания могут представлять собой низкопеннообразующие сурфактанты.

Подходящие катионные сурфактанты включают соли тетраалкиламмония, соли имидазолия, аминоксиды или их смеси. Например, соли C₈-C₁₆-диалкилдиметиламмония, соли диалкоксидиметиламмония, соли имидазолия, имеющие длинноцепочечный алкильный радикал, или их смеси.

Подходящие амфотерные сурфактанты включают карбоновые кислоты, например, этиленненасыщенные карбоновые кислоты, и/или по меньшей мере одну единицу этиленненасыщенного мономера общей формулы R¹(R²)C=C(R³)R⁴, в которой R¹-R⁴ независимо друг от друга означают -H, -CH₃, неразветвленный или разветвленный насыщенный алкильный радикал, имеющий 2-12 атомов углерода, неразветвленный или разветвленный, моно- или полиненасыщенный алкенильный радикал, имеющий 2-12 атомов углерода, алкильный или алкенильный радикал, как определено выше, которые замещены -NH₂, -OH или -COOH, гетероатомную группу, имеющую по меньшей мере одну позитивно заряженную группу, четвертичный атом азота, или по меньшей мере одну аминогруппу, имеющую позитивный заряд в диапазоне pH от 2 до 11, или означают -COOH или -COOR⁵, в которой R⁵ означает насыщенный или ненасыщенный, неразветвленный или разветвленный углеводородный радикал, имеющий 1-12 атомов углерода. Примерами вышеупомянутых мономерных единиц являются диаллиламин, соли метилдиаллиламин, тетраметиламмония, соли акриламидопропил(триметил)аммония (R¹, R² и R³=H, R⁴=C(O)NH(CH₂)₂N⁺(CH₃)₃X⁻), соли метакриламидпропил(триметил)аммония (R¹ и R²=H, R³=CH₃, H, R⁴=C(O)NH(CH₂)₂N⁺(CH₃)₃X⁻).

Например, амфотерные сурфактанты могут включать в качестве мономерных единиц производные диаллиламина, в особенности соль диметилдиаллиламмония и/или соль метакриламидопропил(триметил)аммония, например, в форме хлорида, бромида, иодида, гидроксида, фосфата, сульфата, гидросульфата, этилсульфата, метилсульфата, мезилата, тозилата, формиата или ацетата и/или в комбинации с мономерными единицами этиленово ненасыщенных карбоновых кислот.

Подходящие неионные сурфактанты могут включать алкоксилаты спиртов (например, алкоксилированные полиолы), алкоксилаты алкилфенолов, 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/малеиновый ангидрид, глицериды жирных кислот, сложные эфиры сорбита, производные полигидроксигирных кислот, производные полиалкоксигирных кислот, бисглицериды или их смеси.

Походящие анионные сурфактанты могут включать сульфаты жирных спиртов, сульфатированные алкоксилированные спирты, алкансульфонаты, N-ацил саркозинаты, алкилбензолсульфонаты, олефинсульфонаты и олефиндисульфаты, сульфаты алкильных сложных эфиров, сульфатированные поликарбоновые кислоты, алкилглицерилсульфонаты, сульфаты глицеридов сложных эфиров жирных кислот, сульфаты простых эфиров алкилфенола и полигликоля, парафинсульфонаты, алкилфосфаты, ацилизотионаты, ацилтаураты, ацилметилтаураты, алкилянтарные кислоты, алкилянтарные кислоты или их сложные моноэфиры или моноамиды, алкилсульфоянтарные кислоты или их амиды, сложные моно- и диэфиры сульфоянтарных кислот, сульфатированные алкилполигликозиды, карбоксилаты алкилполигликолей, гидроксиполисаркозинаты или их смеси.

Дополнительные характеристики средства для выщелачивания включают высокую водорастворимость в водном растворе выщелачивания, чтобы избежать экстракции в органическую фазу во время экстракции растворителем. Другие характеристики средства для выщелачивания включают высокие критические концентрации мицеллообразования и устойчивость при кислотном pH. Средства для выщелачивания могут минимизировать пенообразование, и один или несколько сурфактантов могут уменьшить поверхностное натяжение раствора выщелачивания. Средства для выщелачивания также не должны иметь или имеют минимальное воздействие на любой другой процесс, относящийся к экстракции металла (например, выщелачивание, экстракция растворителем, десорбция и электроэкстракция, включая перемешивание, расслоение фаз, экстракцию и кинетику десорбции, выборочность относительно медь/железо или накопление в органической фазе в течение времени). Подходящие средства для выщелачивания, более того, должны быть устойчивыми при кислотных условиях раствора выщелачивания (например, серная кислота) в водной фазе и должны быть биоразлагаемыми. Более того, подходящие вспомогательные средства для выщелачивания согласно настоящему изобретению могут увеличивать полное извлечение металла (например, извлечение меди) по меньшей мере на 3%. Предпочтительно подходящие вспомогательные средства для выщелачивания могут увеличивать полное извлечение металла на от около 0,5 до около 20%, или от около 1 до около 20%, или от около 2 до около 20%, или от около 5 до около 20%, или от около 0,5 до около 10%, или от около 2 до около 10%, или от около 5 до около 10%.

Примеры

Следующие примеры иллюстрируют влияние вспомогательных средств для выщелачивания согласно различным аспектам настоящего изобретения. Поскольку в примерах, описанные ниже, применяли медьсодержащую руду, следует понимать, что примеры являются иллюстративными для любого схожего металлосодержащего рудного скопления.

Пример 1. Испытание колонн.

Для того чтобы снизить переменные параметры в испытаниях выщелачивания, руду точно классифицировали путем SGS в Tucson, AZ. Руда была по большей части меднооксидной рудой, которая имела P80 1.5" и наименьшую фракцию -10 меш. Распределение загрузки колонны можно найти в табл. 1. Концентрация меди в руде составляла 0.42% с 91.2% меди в виде меди, растворимой в кислотах. Анализ руды также проводили путем SGS в Tucson.

Таблица 1
Распределение частиц по размерам медной руды
в испытаниях выщелачивания
Распределение частиц по размерам
Размер продукта дробления P80 37.5 мм (1.5 дюйма)

Частица	Размер	Образец	Масса
Мм	дюйм	(кг)	(%)
37.5	1-1/2	18.0	20.0
25	1	32.0	35.5
19	3/4	9.3	10.3
12.5	1/2	7.7	8.6
6.3	1/4	7.4	8.2
1.7	12	8.1	9.0
Минус		7.6	8.4

Приблизительно 90 кг агрегированной руды выщелачивали в течение 60 дней партиями в 16 колоннах, в результате чего ориентировочно выщелачивали 75% общего содержания меди (общее содержание меди на колонну составляло приблизительно 380 г). Каждый набор испытаний колонн включает 16 колонн, содержащих приблизительно 90 кг руды. Четыре колонны были установлены в стороне в качестве холостых проб и не имели добавленного средства для выщелачивания. Для средств для выщелачивания условия испытаний вели в трех экземплярах. Первый набор серий колонн, включающий три экземпляра

средства для выщелачивания - А (т.е. средство для выщелачивания MC-1000, названное в этом исследовании как "LA-A") со следующими дозами: LA-A (доза 50 млн.д.), LA-A (доза 25 млн.д.), и средства для выщелачивания - В (т.е. средство для выщелачивания TMP-7(EO), названное в этом исследовании как "LA-B") со следующими дозами: LA-B (доза 50 млн.д.), и LA-B (доза 25 млн.д.). Дозу LA-B удаляли, поскольку более высокая доза не была эффективной.

Шестнадцать 2 М по 20 см ПВХ колонн применяли, чтобы удержать 90 кг руды на колонну. Применяли распределительное нетканое полотно, чтобы равномерно распределить раствор выщелачивателя на руде. Четыре колонны сконструировали с чистого ПВХ таким образом, что систему можно было визуально осмотреть. Каждая колонна имела свой собственный высокоточный насос и емкость для выщелачивателя. Раствор собирали из нижней части колонны в ковши, которые в конце концов помещали на аналитические весы таким образом, что количество раствора могло быть легко отслежено. Скорость выщелачивания составляла 8 мл/мин 10 г/л серная кислота при 68°F. Выщелачиватель добавляли в один проход системы, когда не было никакой рециркуляции выщелачивателя.

Образцы собирали каждый день в течение первых 30 дней из 60-дневного испытаний выщелачивания. Для каждой колонны, образец анализировали на pH, свободную кислоту, концентрацию меди путем AA, поверхностное натяжение и окислительный потенциал (ORP). Образцы выщелачивателя также анализировали каждый день, чтобы удостовериться, что там нет никакого загрязнения или изменения в концентрации химических соединений. Скорость подачи раствора измеряли каждый день и, если были необходимы какие-либо корректировки, делали соответствующие изменения.

Как можно увидеть на фиг. 3А и 3В, колонны прогоняли в течение 60 дней. В то же время количество выщелоченной меди составляло приблизительно 75 из 92.1% меди в руде, которая была растворимой в кислоте (из бутылочного испытания). В этом месте выщелачивание меди начинает достаточно замедляться таким образом, что испытание заканчивается. Из-за ухода, которым руду обрабатывали, и из-за того, что колонны выщелачивали в дополнение к применению преимущественно оксидной руды, стандартное отклонение результатов выщелачивания между колоннами было очень низким. Агрегацию выполняли путем смешивания многочисленных фракций в растворосмесителе с 1.75 кг воды и 1.52 кг серной кислоты. Кислоту рассчитывали как 25% общего потребления кислоты рудой. Агрегированный материал потом переносили в колонну для испытаний выщелачивания.

Для того чтобы показать эффективность средства для выщелачивания, данные на фиг. 3А и 3В отражаются на графике в виде процента выщелоченной меди в избытке контрольного образца. Первые десять дней выщелачивания привели к существенным увеличениям выщелачивания меди для LA-B (25 млн.д.) и LA-A (50 млн.д.). В конце 60-дневного цикла выщелачивания LA-A (25 млн.д.) привел в среднем к увеличению на 3.7% выщелоченной меди из руды.

Второй набор испытаний колонн в основном был повтором первого набора испытаний колонн с легкой модификацией процедуры агрегации. Как и в первом испытании, выщелачиватель не рециркулировали, но добавляли в один проход системы. Как и в предшествующем наборе экспериментов, LA-B (25 млн.д.) существенно увеличил выщелачивание меди, приблизительно на 5% больше выщелоченной меди чем в контрольном образце. Таким образом, количество выщелоченной меди в этом испытании было довольно высоким, достигая количества меди, выщелачиваемой из бутылочного испытания. Фиг. 4А и 4В детально описывают результаты второго испытания колонн.

Пример 2. Биологическое испытание.

Проводили испытание совместимости с серо- и железоокисляющими бактериями для того, чтобы гарантировать, что средства для выщелачивания не будут негативно влиять на биологическое дыхание, необходимое, чтобы превращать вторичный сульфид меди на сульфат меди в растворе. Биологическое испытание выполняли посредством Universal BioMining (UBM), при этом исследовательская группа работала на биологическом кучном выщелачивании.

Сериями биологических видов, связанных с применением в горном деле, обсеменяли средства для выщелачивания и подавали соответствующим исходным растворам; *Acidophilium acidophilum* (AA) - гетеротроф, *Acidiphilium cryptum* (ACRP) - гетеротроф, *Acidithiobacillus ferrivorans* (AFER) - окислители железа и серы (испытанные на железе), *Acidithiobacillus ferrooxidans* (AFEX) - окислитель железа, *Acidithiobacillus thiooxidans* (ATEX) - окислитель серы, *Leptospirillum ferrooxidans* (LFEX) - окислитель железа, *Acidithiobacillus caldus* (ACALD) - окислитель серы, *Leptospirillum ferriphilum* (LFER) - окислитель железа, *Ferroplasma acidiphilum* (FACID) - архей окислитель железа, *Ferroplasma acidarmanus* (FARM) - архей, испытанный на окислении железа, и *Sulfobacillus acidiphilum* (SACID) - архей, испытанный на окислении железа.

Исследование кривой количественного роста выполняли, чтобы определить влияние химических добавок на две группы организмов, мезофилов и умеренных термофилов (28 и 42°C). Эти группы, содержащие три подгруппы метаболических функций (гетеротрофы, окислители железа, окислители серы), в первую очередь включая бактерии и нескольких архей. Два средства для выщелачивания обозначали как "LA-A" (т.е. MC-1000) и "LA-B" (т.е. TMP-7(EO)) для целей биологического испытания. Кривые роста, как намечали, заканчивали в течение 45 дней или когда культуры считались устойчивыми. Применяемая среда для роста была средой UX2 основной соли UBM с соответствующими субстратами и опти-

мальными значениями исходного рН для каждого организма. Каждый химический состав BASF испытывали трижды и при трех разных концентрациях; 0.5× целевой концентрации, целевая концентрация и 2× целевая концентрация. Образцы на тройных культурах отбирали каждые 3-5 дней, в зависимости от скорости роста организмов, и выполняли подсчеты клеток. Данные обеспечивали исключительно для LA-B.

Результаты биологической совместимости средства для выщелачивания LA-B показаны на фиг. 5A-5K. Для двух гетеротрофов, организмы которых получают свою пищу из органических химических соединений, не было негативного влияния для AA, а для ACRP была начальная потеря популяции, но провели восстановление, которое включало очищение органической фазы от мертвых организмов. В каждом случае окислителей серы было малое воздействие средства для выщелачивания на колонии клеток. Для ACALD было легкое замедление роста популяции приблизительно на 14 дней; тем не менее потом рост возобновился. Виды, окисляющие железо, либо вообще не были затронуты либо имели незначительный уровень ингибирования. AFEX и LFEX представляли собой два вида бактерий, окисляющих железо, которые показали наибольшее ингибирование роста. После 40 дней популяция LFEX была не более чем на порядок меньше величины контрольного образца, в то время, как популяция AFEX была на два порядка меньше, чем контрольный образец. Разницу в скоростях обмена веществ не принимали во внимание для корреляции разницы в росте между контрольным образцом и обсемененным средством для выщелачивания. В дополнение, концентрацию средства для выщелачивания не принимали во внимание для влияния на активность процессов обмена веществ. Данные показывают, что применение средства для выщелачивания не будет приводить в результате к любой существенно длительной потере биологической способности выщелачивания.

Пример 3. Химическая совместимость.

Выполняли три одностадийных лабораторных цикла с отдельными пеноуловителями. Каждый пеноуловитель наполняли 500 мл 10% об./об. LIX984N, который один раз приводили в контакт с О:А 1:1 электролита КК (160 г/л серной кислоты и 35 г/л меди). Скорости потока составляли 30 мл/мин органической фазы и 30 мл/мин водной фазы. Скорость смесителя поддерживали при 1750 об/мин. Рабочий цикл выполняли при комнатной температуре, которая составляла приблизительно 21°C. Исходный раствор делали из водопроводной воды, 10 г/л серной кислоты и 50 млн.д. соответствующего средства для выщелачивания. Лабораторные циклы выполняли в течение 96 ч непрерывного перемешивания. Визуальное наблюдение во время и в конце выполнения не показали никакого увеличения образования эмульсии или мусора. Исходная свежая органическая фаза и органические фазы трех циклов после непрерывного циклического испытания подвергли стандартному кинетическому испытанию.

Гомологи LA-A (т.е. MC-1000) и LA-B (т.е. TMP-7(EO)) тщательно подвергали испытанию совместимости экстракции растворителем и электроэкстракции из-за их способности снижать поверхностное натяжение. Во всех случаях серии LA-A химических соединений с такой же химической главной цепью были совместимы с ЭР-ЭЭ. Режим испытания включал статическое кинетическое испытание, расслоение фаз, и в некоторых случаях раствор присадки подвергали динамическому циклу. Табл. 2 детально описывает применение данных испытания на химическую совместимость. Эти испытания проводили, применяя стандартные условия, обрисованные в общих чертах в BASF, способ контроля качества оксимовых реагентов под названием Standard Quality Control Test of LIX® Reagents (Doc. No. TG - TSH - 05, Rev. 4, Sep. 14, 2015), который включен здесь путем ссылки во всей своей полноте.

Таблица 2

Применение испытания для органических реагентов,
в которых систему вводят со средствами для выщелачивания

	Контроль	LA-A	LA-B
Кинетика экстракции 90 с	96.1%	98.9%	92.3%
Экстракция меди равновес. (г/л)	4.685	4.674	4.619
Кинетика образования полос 90 с	99.60%	99.30%	99.80%
Полоса меди равновес. (г/л)	1.51	1.46	1.49
Разделение фаз (органическая)	54	202	61
Разделение фаз (водная)	110	132	111

Образцы подвергали непрерывному циклу в течение трех дней с ПРВ, введенным со средством для выщелачивания с удвоенной стандартной дозировкой, 50 млн.д. Образцы потом подвергали испытанию на расслоение фаз и кинетику. Кинетика экстракции при 90 с для LA-B являлась немного ниже, на уровне 92.3%, чем желательно; тем не менее равновесие экстракции эквивалентно контрольному образцу. Кинетика десорбции не была затронута, давая предположение, что нет каких-либо загрязнений в органической фазе. Расслоение фаз для присадки LA-A было значительно затронуто, в то время как расслоение фаз для присадки LA-B не было затронуто. Эти данные предполагают, что реагент LA-B совместим с экстракцией растворителем.

Медный катод покрывали, применяя выпрямитель и простую систему ЭЭ. В случае и гомологов LA-A, и гомологов LA-B влияние добавления средства для выщелачивания было похоже на таковое от сглаживающего агента. Это происходит из-за снижения поверхностного натяжения и сцепления полярных функциональных групп средства для выщелачивания с высокой плотностью заряда с медными ден-

тридами катода. Ни в одном случае там не было какого-либо негативного воздействия средства для выщелачивания.

Примеры на основе предварительного испытания.

Пример 4.

Этот пример исследует способ определения воздействия средства для выщелачивания на поверхностное натяжение обычного раствора выщелачивания. Получали синтетический продуктивный раствор выщелачивания ("ПРВ") 6 г/л меди и 2 г/л железа при pH от около 2.0 в деионизированной ("ДИ") воде, чтобы образовать подачу на контроль качества ("КК"). К этому получали смеси синтетического ПРВ, имеющие меняющиеся уровни средства для выщелачивания А (т.е. МС1000) или средства для выщелачивания В (т.е. ТМР-7(ЕО)) и измеряли поверхностное натяжение каждого раствора. Поверхностное натяжение (дин/см) как функцию концентрации средства для выщелачивания (млн.д.) наносили на график, как показано на фиг. 6. Как показано, поверхностное натяжение уменьшается с увеличением концентрации средства для выщелачивания.

Пример 5.

В этом примере две крупногабаритные стеклянные тары для кислот заполняли синтетическим выщелачивающим раствором и в один из растворов вносили 10 млн.д. средства для выщелачивания МС1000. Для каждого испытания в двух разных партиях получали 1 л раствора органических соединений из 20 об./об.% LIX684N-LV в Shellsol D70. Одну стадию цикла экстракции растворителем собирали для каждого контрольного раствора (т.е. без средства для выщелачивания) и раствора средства для выщелачивания. Одну из партий раствора органических соединений вводили в каждый цикл таким образом, что контрольный раствор и раствор средства для выщелачивания находились в постоянном контакте с другими растворами органических соединений. Циклы формировали, чтобы поддержать время удерживания 3 мин, с соотношением органической фазы к водной фазе ("О:В") около 2:1 (об./об.) при комнатной температуре со скоростью водного потока около 100 мл/ч. Применяли повторный цикл воды, чтобы поддержать О:В с непрерывным перемешиванием растворов органических соединений.

Растворы органических соединений из этих циклов удаляли после непрерывной обработки в течение около одной недели. Около 400 мл каждого раствора органических соединений приводили в контакт с около 400 мл синтетического электролита КК, и регистрировались разрывы непрерывной фазы, органической фазы и водной фазы. Далее, органические фазы декантировали и фильтровали через бумагу No. 1 PS ("разделитель фаз"), чтобы удалить любой захваченный электролит для применения в стандартном испытании КК. Обе органические фазы поддавали стандартному испытанию КК для реагентов LIX с дополнительным подверганием обеих экстракции и десорбции числа разрывов в обеих непрерывных средах и извлечением двух дополнительных кинетических образцов во время экстракции и десорбции с перемешиванием.

Таблица 3

Результаты для средства для выщелачивания и холостой пробы (Пример 5)

		Средство выщелачивания	Холостая проба
Предварительный тест КК	Разрыв органической фазы	168	89
	Разрыв водной фазы	104	60
Экстракция	Разрыв органической фазы	60	69
	Разрыв водной фазы	176	133
Полоса	Разрыв органической фазы	96	67
	Разрыв водной фазы	130	129
	До циркуляции МЗ	11,644	11,66
	После циркуляции МЗ	11,74	11,73
	SO	2,348	2,354
	E30	6,726	6,836
	E60	7,182	7,288
	E90	7,412	7,436
	E300	7,692	7,6
	S30	2,902	2,884
	S60	2,878	2,874
	S90	2,86	2,866
	S300	2,86	2,846
	E300 Fe	0,0035	0,0034
	Кинетика E30	87,4%	89,9%
	Кинетика S30	99,1%	99,2%
	Cu/Fe	2198	2235

Пример 5 показал, что в течение недели результаты для средства для выщелачивания и холостой пробы были в пределах ошибки эксперимента. Дополнительно результаты для чисел разрывов также были в пределах ошибки эксперимента, см. табл. 3 и 4.

Таблица 4
Результаты для EVD 91216 (т.е. MC1000) и холостой пробы (Пример 5)

		EVD 91216	Холостая проба	дельта (с)
Предварительный тест КК	Разрыв органической фазы	168	89	79
	Разрыв водной фазы	104	60	44
Экстракция	Разрыв органической фазы	60	69	-9
	Разрыв водной фазы	176	133	43
Полоса	Разрыв органической фазы	96	67	29
	Разрыв водной фазы	130	129	1

Пример 6.

Около 1 л раствора органических соединений получали из LIX984N и LIX860N-I (изготавливаемый и продаваемый BASF) при соотношении около 50:50 (об./об.) при около 10 об./об.% в Shellsol™ D70, изготовленном Shell Chemical LP. Этот раствор органических соединений дважды приводили в контакт с электролитом КК при соотношении около 1:1 (об./об.) и около 500 мл полученного в результате раствора, затем фильтровали через бумагу No. 1 PS, чтобы он служил в качестве экспериментального контрольного образца. Оставшихся около 500 мл раствора органических соединений приводили в контакт с электролитом КК, содержащим около 500 млн.д. средства для выщелачивания MC1000. Стандартное испытание КК реагентов затем проводили для двух полученных в результате растворов органических соединений. Раствор органических соединений, который приводили в контакт со средством для выщелачивания, обрабатывали глиной при концентрации около 1% мас./об., приводили в контакт с подачей синтетического КК (около 250 мл раствора органических соединений с около 250 мл водного раствора) и регистрировали непрерывное число разрывов для обработанного глиной раствора органических соединений.

Таблица 5

Результаты (Пример 6)

	Средство выщелачивания	Холостая проба
Разрыв органической фазы	104 (С.Т. 10с)	52
Разрыв водной фазы	117	120
SO	0,917	0,896
E30	4,022	4,65
E300	4,849	4,887
S30	1,063	1,08
S300	1,051	1,074
E300 Fe	0,0031	0,0024
Кинетика E30	82,9%	95,2%
Кинетика S30	98,9%	99,4%
Cu/Fe	1564	2036

Примеры 5 и 6 показали, что в случае значительной чрезмерной дозы средства для выщелачивания, может быть легкое увеличение в расслоении фаз и уменьшение в кинетике экстракции, которые будут легко поддаваться обработке глиной ("О.Г.").

Пример 7.

Чтобы испытать эффективность средства для выщелачивания на общее извлечение меди и скорость извлечения меди, получали холостой раствор выщелачивания и раствор выщелачивания, содержащий средство для выщелачивания MC1000. Для холостой пробы бутылку наполняли ДИ водой до отметки около 20 л и добавляли около 202 г концентрированной серной кислоты и тщательно перемешивали. Для раствора средства для выщелачивания, бутылку наполняли ДИ водой до отметки около 20 л и добавляли около 202 г концентрированной серной кислоты и 2 г средства для выщелачивания и тщательно перемешивали.

Маленькие стеклянные колонны прикрепляли к подходящей опоре, применяя два цепных зажима. Для перемещения растворов выщелачивания из бутылки в колонну для выщелачивания при желательной скорости применяли дозировочный насос. Воронку с широким горлом размещали на вершине колонны и 1 кг загрузки для испытания медной руды насыпали в каждую колонну. Колбы Эрленмейера (1 л), с определенными массами, размещали под каждой колонной. Когда все колонны загрузили, раствор выщелачивания накачивали на руду. Когда раствор начал капать из колонны, регистрировали отсчет времени. При интервалах около 1 ч колбы Эрленмейера забирали и заменяли новыми колбами. Растворы взвешивали и подвергали анализу на содержание меди. Фиг. 7 представляет собой график среднего значения нескольких испытаний колонн для холостой пробы и средства для выщелачивания.

Пример 8.

Этим экспериментом исследовали способ выбора одного или нескольких средств для выщелачивания в качестве добавок к раствору выщелачивания. Способ приблизительно равен результатам колонн лабораторного масштаба 2 м (в) × 20 см (д).

Применяя пластиковую воронку, чтобы способствовать переносу, 1 кг загрузки медной руды для испытания, которую измельчали до -10 меш, медленно добавляли в настольные стеклянные колонны, оборудованные стеклокерамическим припоем. Растворы выщелачивания получали из деионизированной воды и серной кислоты концентрации 10 г/л. К контрольным растворам добавляли только кислоту, при том что растворы, содержащие средство для выщелачивания, получали в концентрациях, которые находились в диапазоне от около 25 до около 200 млн.д. Большинство кандидатов сначала рассматривали при около 100 млн.д. и проводили дополнительные исследования более широкого диапазона сурфактантов. Растворы подавали в колонны выщелачивания по каплям; поскольку особая скорость потока не была необходимой для анализов технической осуществимости, насосы отрегулировали, чтобы поддержать похожие скорости потока. Отбирали четыре ПРВ шесть раз в течение первых нескольких часов, а потом снова при около 24 ч, когда насосы отключили; все образцы подвергали анализу на содержание меди, чтобы развить кривые выщелачивания. Образцы подвергали анализу обычными известными в уровне техники способами, применяя атомную абсорбцию.

Результаты сравнивали с контрольным образцом. Выбирали подходящие средства для выщелачивания, имеющие большую скорость извлечения меди или суммарное более высокое общее извлечение меди в течение 24-часового периода. Подвергали анализу несколько образцов и определяли средние значения и стандартные отклонения.

Почти 20 соединений рассматривали посредством этого способа и даже более 100 настольных колонн запускали, чтобы определить диапазоны дозировки. Другие соединения удаляли из испытания, после того как образовались большие количества устойчивой пены или если они имели критическую концентрацию мицеллообразования ("СМС"), которая была ниже, чем минимальная необходимая для этой работы (>500 млн.д.). Фиг. 8 представляет собой пример данных, собранных из анализа технической осуществимости для одного многообещающего кандидата (МС1000). Данные наиболее точно интерпретируются, если их рассматривать в качестве количественного индикатора способности средства для выщелачивания улучшать скорость экстракции меди или общего извлечения меди. Ниже присутствует график влияния средства для выщелачивания МС1000 на выщелачивание меди. Каждая кривая выщелачивания, показанная на фиг. 8, представляет среднее значение из нескольких испытаний колонн.

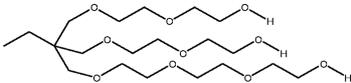
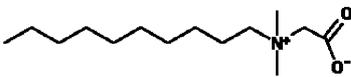
Результаты этого исследования показывают, что определенные соединения, вероятно, проявили бы себя хорошо при длительном сроке, чем в испытаниях лабораторной колонны 2 м (в) × 20 см (д), потому что извлечение меди сначала и со временем больше, чем для контрольного образца.

Пример 9.

В то время как предыдущие попытки делали, чтобы увеличить эффективность выщелачивания меди через применение средств для выщелачивания, применяемые химические соединения имели негативное воздействие на расположенные ниже по потоку процессы экстракции растворителем и электроэкстракции. Одним критическим требованием к любому средству для выщелачивания является совместимость со всеми процессами, расположенными ниже по потоку. Чтобы определить совместимость, выполняли стандартные испытания контроля качества и подтверждали при текущих рабочих концентрациях. Табл. 6 показывает результаты работы определения совместимости.

Таблица 6

Результаты испытаний контроля качества на МС1000 и ТМР-7(ЕО)

Испытание	ТМР-7(ЕО)	МС1000
		
Разделение фаз	Проходит	Проходит
Тестирование кинетики	Проходит	Проходит
Сu/Fe селективность	Проходит	Проходит
Цикл испытания	Проходит	Проходит

Результаты изучения совместимости предполагают, что никакого негативного воздействия на экстракцию растворителем и электроэкстракцией не ожидается. В то время как меняется динамика раствора, поскольку увеличиваются объемы, не наблюдалось никаких вредных влияний.

Пример 10.

Два 60-дневных испытания выщелачивания проводили в колоннах лабораторного масштаба 2 м (в) × 20 см (д) (в общем 32 колонны). Каждая колонна содержала одну загрузку испытания (200 фунтов руды) и перемешивалась, подвергалась агрегации водой и концентрированной серной кислотой и загружалась на колонны. Как только колонны загрузили, руде дали возможность затвердеть в

течение 5-7 дней перед тем, как раствор пропустили через колонны.

Каждый раствор получали из водопроводной воды и серной кислоты (10 г/л) и средства для выщелачивания при соответствующей концентрации. Процесс выщелачивания представлял собой открытый цикл, и скорость течения пропускаемого раствора была установлена 8 мл/мин. Результаты этих испытаний отображены на кривой выщелачивания ниже. После двух месяцев выщелачивания большая часть меди выщелачивалась и кривая выщелачивания приближалась к асимптоте, как показано на фиг. 9А-9С. Фиг. 9А показывает кривые выщелачивания из первого испытания. И ТМР-7(ЕО), и МС1000 подвергали испытанию при концентрациях 50 млн.д. (высокая) и 25 млн.д. (низкая). Каждое испытание выполняли трижды (контрольный образец в четырех экземплярах). Фиг. 9В показывает сравнение результатов выщелачивания как функции контрольных колонн для Испытания 1. Фиг. 9С показывает сравнение извлеченной общей меди как функции контрольных колонн для Испытания 2. В Испытании 2 подвергали испытанию МС1000 при 50 и 100 млн.д., подвергали испытанию ТМР-7(ЕО) при 25 млн.д. и сульфатированный ТМР-7(ЕО) при 50 млн.д.

Испытания определили, что ТМР-7(ЕО) (25 млн.д.) является подходящим средством для выщелачивания с хорошими эксплуатационными характеристиками. Мало того, что оно увеличивает общее извлечение меди в конце цикла выщелачивания больше чем на 3% минимального порога, оно также увеличивает скорость извлечения меди. Это влияние заметно по значительному увеличению выщелачивания по сравнению с контрольными образцами во время первых 7-10 дней цикла выщелачивания. МС1000 (50 млн.д.) также значительно улучшает выщелачивание, и увеличение извлечения меди составляет выше 3% порога. Результаты для обоих соединений могут быть воспроизведенными в ходе испытания до настоящего времени.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды, включающий выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее одно или несколько соединений формулы (I)



где каждая АО группа независимо означает алкиленоксигруппу, выбранную из этиленокси ("ЕО"), 1,2-пропиленокси ("РО"), 1,2-бутиленокси и стириленокси;

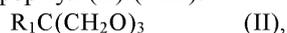
каждое n независимо равно целому числу от 2 до 40;

m равно целому числу от 1 до общего количества водородов ОН-групп в R группе перед алкоксилированием;

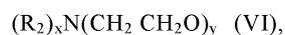
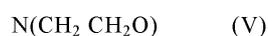
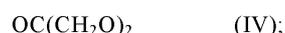
p равно целому числу таким образом, что сумма m плюс p равняется количеству водородов ОН-групп в R группе перед алкоксилированием;

B означает H;

R означает группу, выбранную из формул (II)-(VIII):



где R₁ означает H, метил, этил или пропил;



где R₂ означает C₁-C₄-алкил, y равно 1-3 и x+y=3;



где r равно 2-6; и



где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора, и

где одно или несколько соединений находится при концентрации от 1 до 2000 млн.д. раствора.

2. Раствор по п.1, где каждое n независимо равно 2-20.

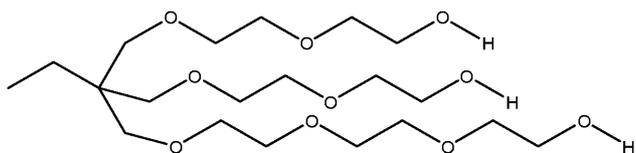
3. Раствор по п.2, где каждое n независимо равно 2-10.

4. Раствор по п.1, где одно или несколько соединений формулы (I) представляет собой смесь соединений, сформированную алкоксилированием триметилпропана ("ТМР"), где каждое из соединений содержит единицы этиленоксида ("ЕО"), при этом соединения имеют общую структуру:

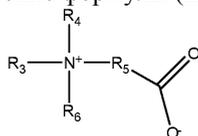


в которой x, y и z независимо означают целое число от 0 до 7 при условии, что x + y + z = 7.

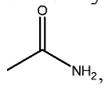
5. Раствор по п.1, где одно или несколько соединений имеет следующую структуру:



6. Раствор по п.1, где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 25 г/л раствора.
 7. Раствор по п.1, где одно или несколько соединений находятся при общей концентрации от 5 до 50 млн.д.
 8. Раствор по п.5, где одно или несколько соединений находятся при общей концентрации от 5 до 50 млн.д.
 9. Раствор по п.1, где одно или несколько соединений находятся при общей концентрации от 15 до 30 млн.д.
 10. Раствор по п.5, где одно или несколько соединений находятся при общей концентрации от 15 до 30 млн.д.
 11. Раствор по п.5, где одно или несколько соединений находятся при общей концентрации 25 млн.д.
 12. Раствор по п.1, дополнительно включающий медь.
 13. Раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды, включающий выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее по меньшей мере одно соединение по п.1 и по меньшей мере одно соединение формулы (IX)

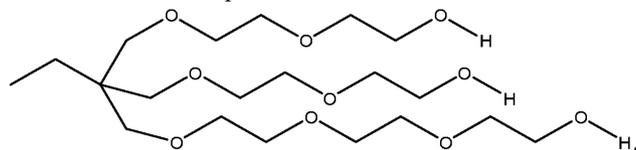


(IX),

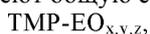
- где R_3 означает C_1 - C_{20} -линейную или разветвленную алкильную группу, необязательно замещенную любым из O, N, OH или ,
 R_4 и R_6 , каждый независимо, означают H, C_1 - C_{10} -линейную или разветвленную алкильную группу или спиртовую группу,

R_5 означает C_1 - C_{10} -линейную или разветвленную алкильную группу, где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора.

14. Раствор по п.13, где по меньшей мере одно соединение по п.1 имеет следующую структуру:

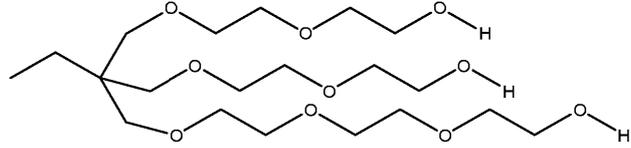


15. Раствор по п.13, где R_3 означает C_{10} -линейную или разветвленную алкильную группу, а R_4 , R_5 и R_6 независимо означают C_1 - C_4 -алкильную группу.
 16. Способ выщелачивания меди из руды, включающий контактирование руды, содержащей медь, с раствором по любому из пп.1 и 13.
 17. Способ по п.16, в котором контактирование руды включает кучное выщелачивание или выщелачивание из отвалов.
 18. Способ по п.16, где руда агрегирована.
 19. Способ по п.16, где руда неагрегирована.
 20. Способ извлечения меди из руды, включающий контактирование руды, содержащей медь, с раствором по любому из пп.1 и 13 для того, чтобы образовать продуктивный раствор выщелачивания; и извлечение меди из продуктивного раствора выщелачивания.
 21. Способ по п.20, где извлечение меди включает процесс экстракции растворителем.
 22. Способ по п.21, где соединение в растворе совместимо с процессом экстракции растворителем.
 23. Способ по п.20, где извлечение меди включает процесс электроэкстракции.
 24. Способ по п.23, где соединение в растворе совместимо с процессом электроэкстракции.
 25. Раствор выщелачивания для выщелачивания меди из руды, включающий выщелачиватель, который представляет собой серную кислоту; и вспомогательное средство для выщелачивания, содержащее смесь соединений, сформированную алкоксилацией триметилпропана ("TMP"), где каждое из соединений содержит единицы этиленоксида ("EO"), при этом соединения имеют общую структуру:



в которой x , y и z независимо означают целое число от 0 до 7 при условии, что $x + y + z = 7$, где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 50 г/л раствора, где одно или несколько соединений находится при концентрации от 1 до 2000 млн.д. раствора и где смесь находится при общей концентрации от 1 до 50 млн.д.

26. Раствор по п.25, где смесь соединений включает соединение, которое имеет следующую структуру:



27. Раствор по п.25, где выщелачиватель находится при концентрации от 1 до 25 г/л раствора.

28. Раствор по п.25, где смесь находится при общей концентрации от 5 до 50 млн.д.

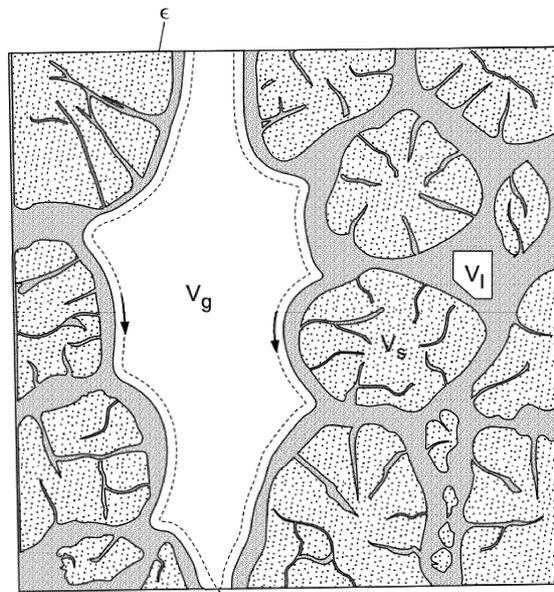
29. Раствор по п.26, где смесь находится при общей концентрации от 5 до 50 млн.д.

30. Раствор по п.25, где одно или несколько соединений находятся при концентрации от 15 до 30 млн.д.

31. Раствор по п.26, где одно или несколько соединений находятся при концентрации от 15 до 30 млн.д.

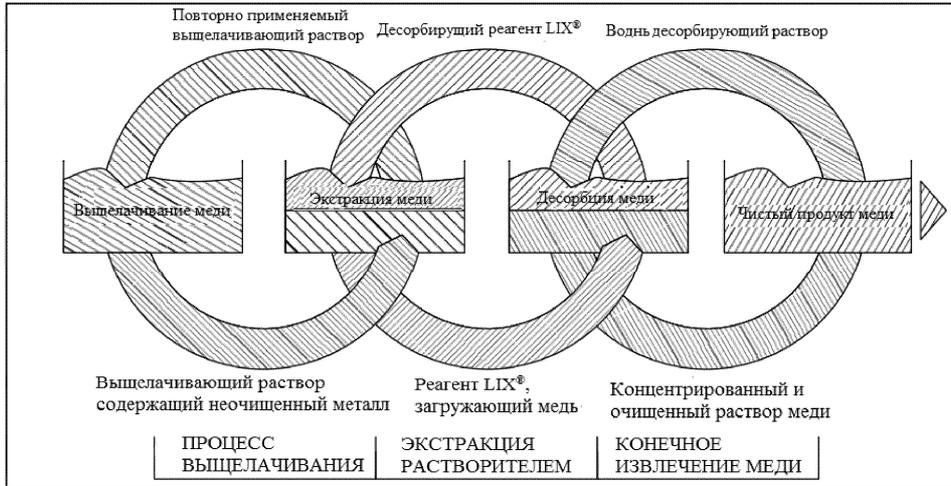
32. Раствор по п.26, где одно или несколько соединений находятся при общей концентрации 25 млн.д.

33. Раствор по п.25, дополнительно включающий медь.



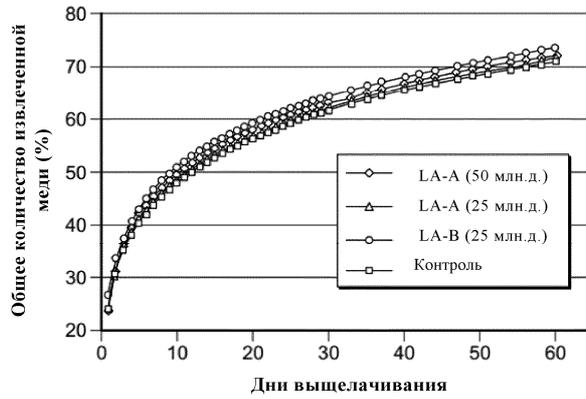
Фиг. 1

**ПРОЦЕСС ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ/ЭКСТРАКЦИИ РАСТВОРИТЕЛЕМ
КОНЕЧНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ**



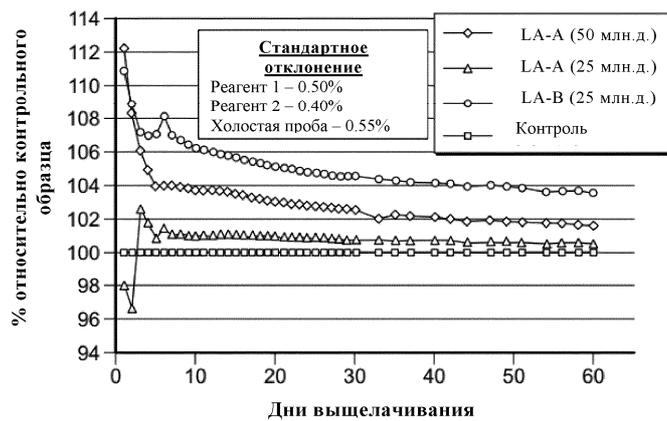
Фиг. 2

**Среднее значение меди, извлеченной из
выщелачивающей колонны**



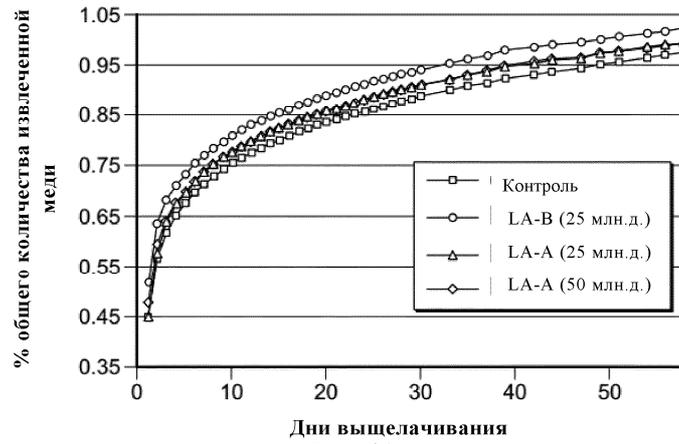
Фиг. 3А

**Среднее количество выщелоченной меди в виде
процента относительно контрольного образца**



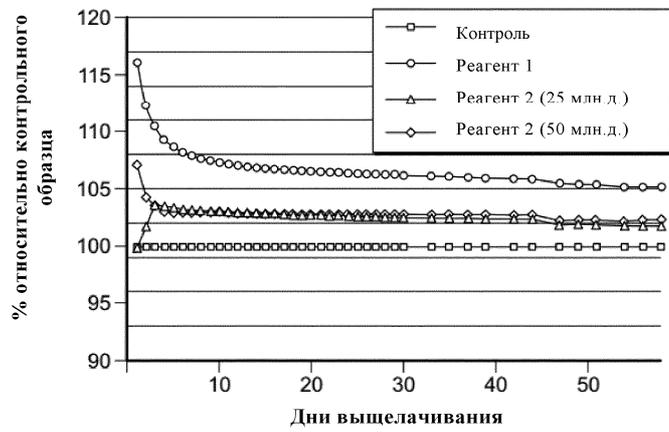
Фиг. 3В

Среднее значение меди, извлеченной из
выщелачивающей колонн



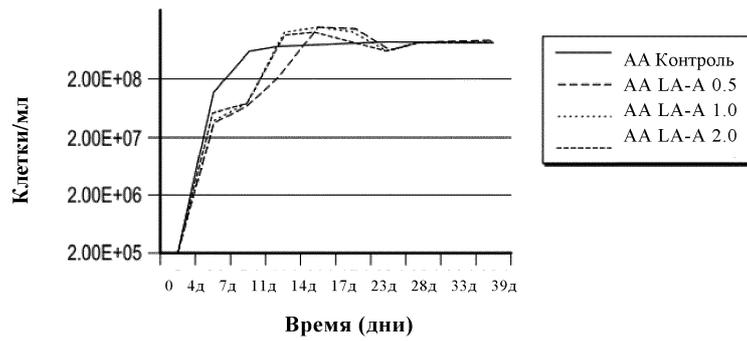
Фиг. 4А

Среднее количество выщелоченной меди в виде
процента относительно контрольного образца

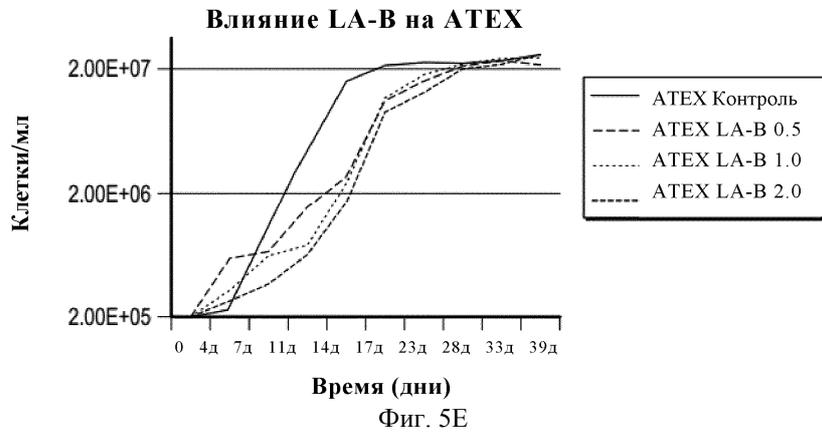
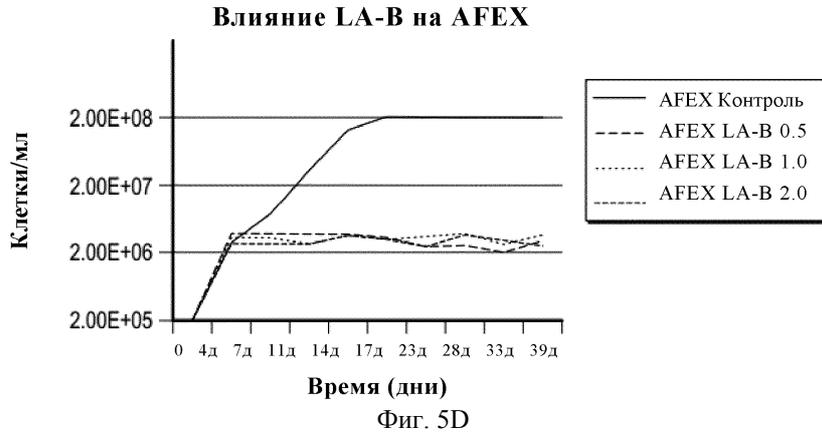
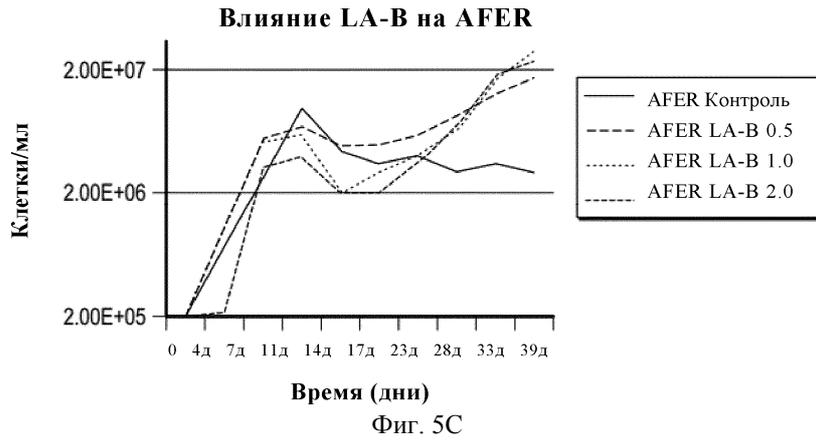
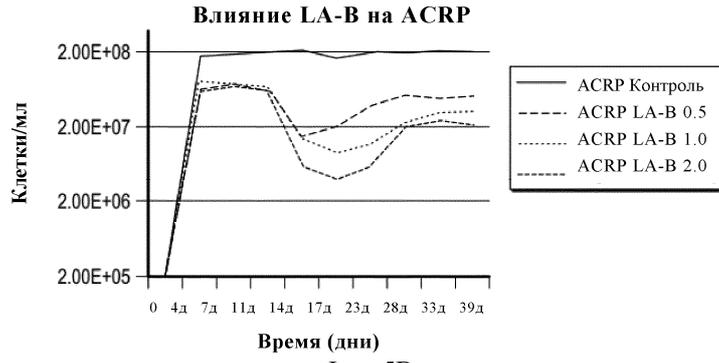


Фиг. 4В

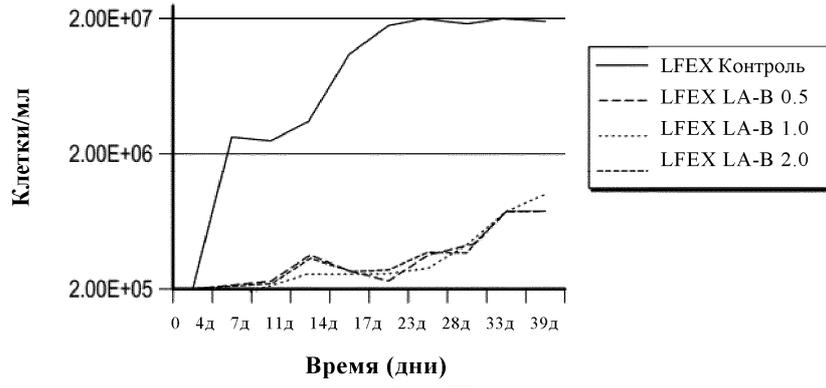
Влияние LA-B на AA



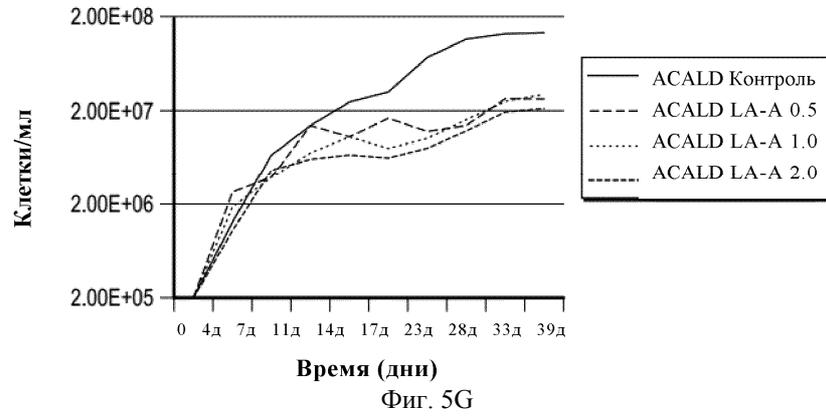
Фиг. 5А



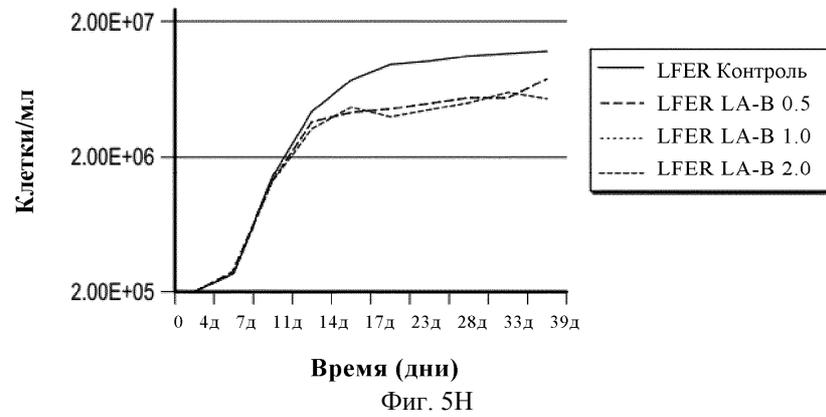
Влияние LA-B на LFEX



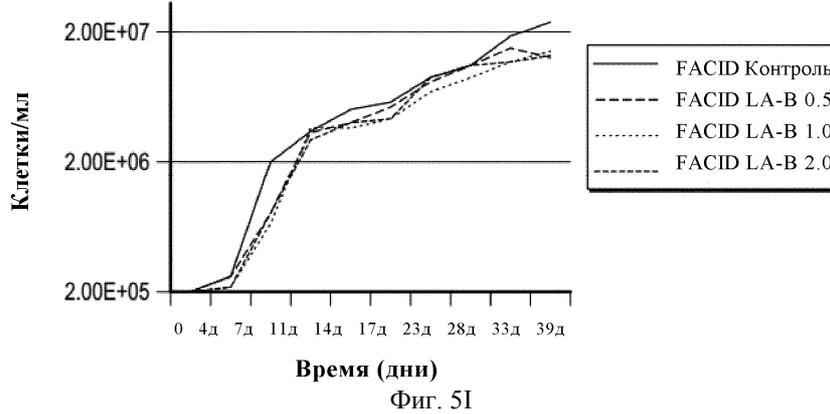
Влияние LA-B на ACALD



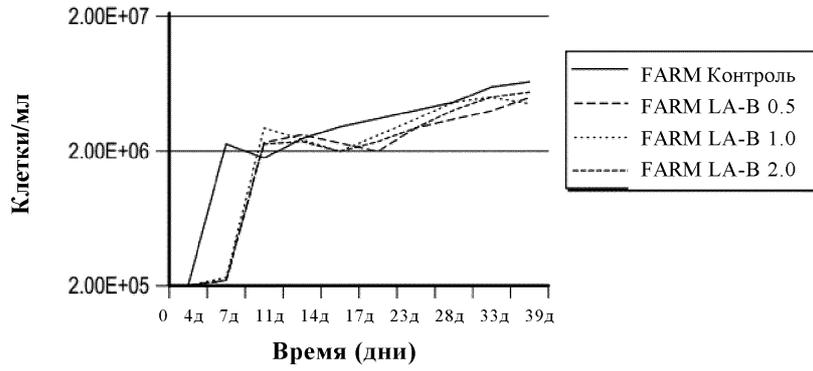
Влияние LA-B на LFER



Влияние LA-B на FACID

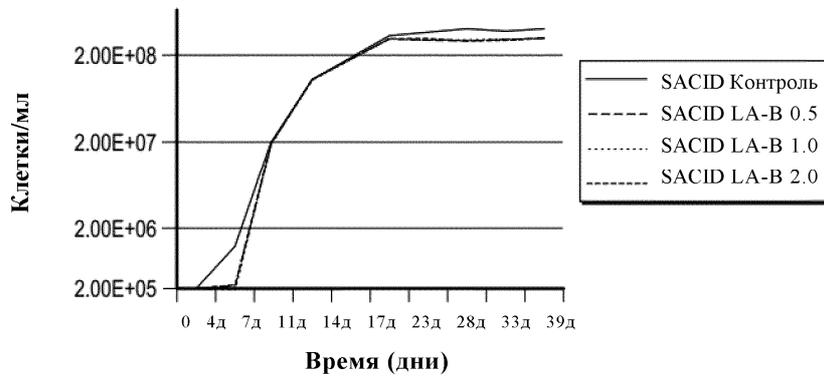


Влияние LA-B на FARM

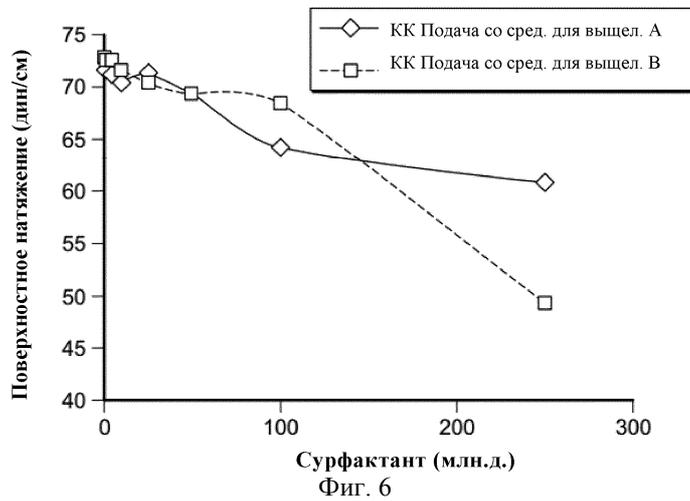


Фиг. 5J

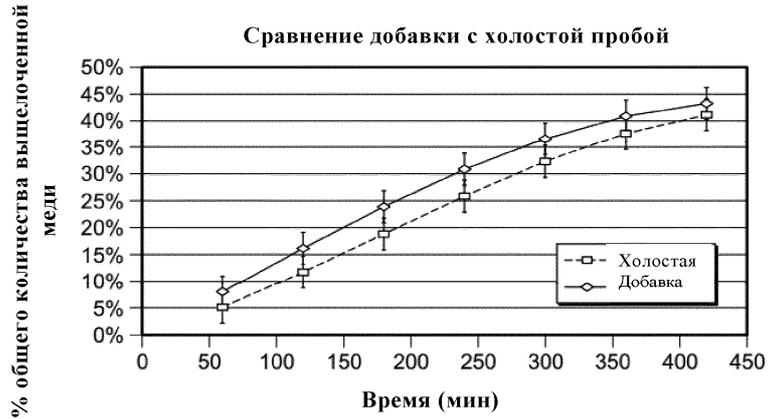
Влияние LA-B на SACID



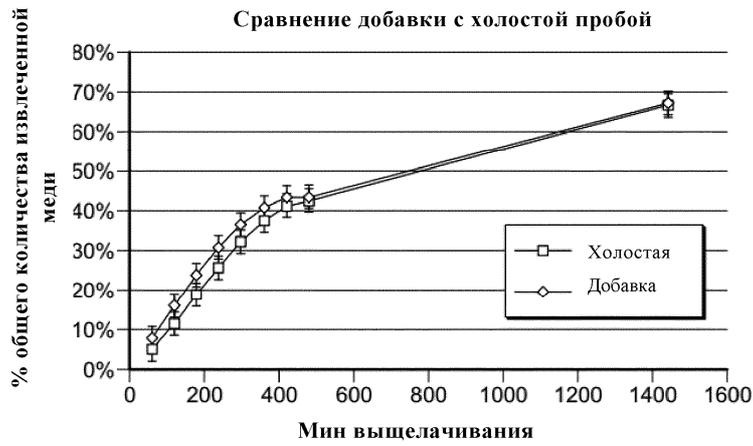
Фиг. 5K



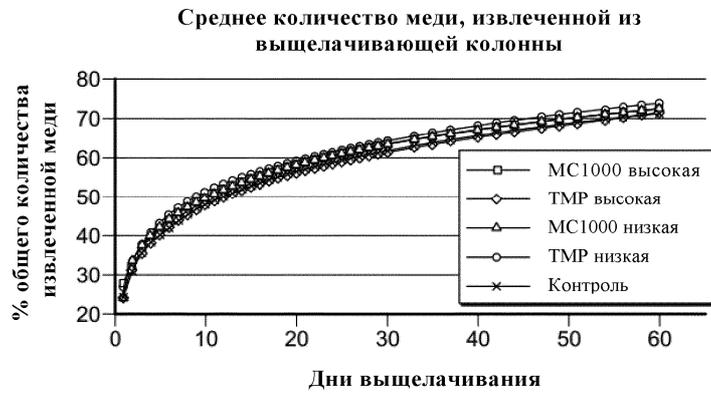
Фиг. 6



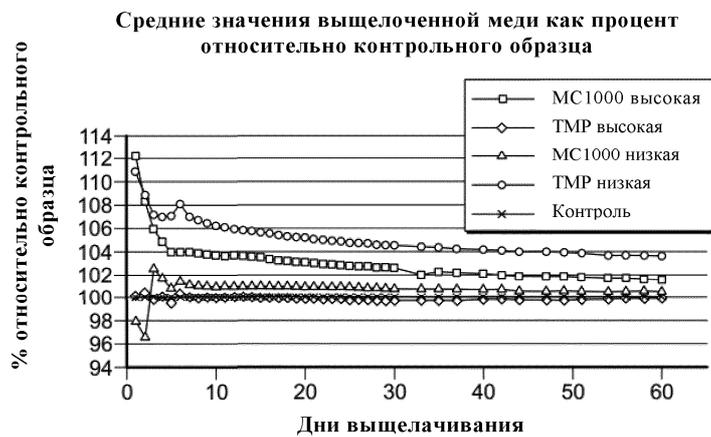
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9А



Фиг. 9В

