(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 201992231 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.03.06

(22) Дата подачи заявки
2018.11.16

(51) Int. Cl. *C22B 1/00* (2006.01)
C22B 1/02 (2006.01)
C22B 3/00 (2006.01)
C22B 11/08 (2006.01)
C22B 11/12 (2006.01)

(54) ПРОЦЕСС, УСТАНОВКА И УСТАНОВКА ДЛЯ ДОБЫЧИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ СОРБЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

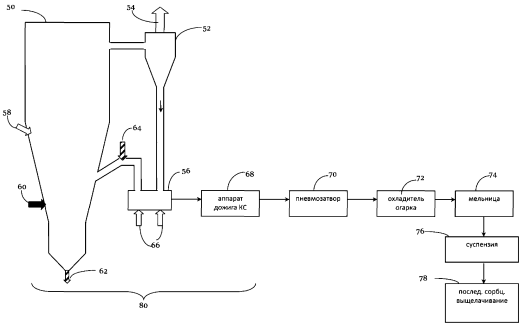
(31) **10 2017 131 275.7; 10 2018 108 860.4**
(32) **2017.12.22; 2018.04.13**
(33) **DE**
(86) **PCT/DE2018/100939**
(87) **WO 2019/120368 2019.06.27**

(71) Заявитель:
ЭНДЖИНИРИНГ ДОБЕРСЕК ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
Доберсек Альбин, Мишина Ольга, Вотцка Чезар Норберт (DE), Санакулов Кувандик, Ергашев Улугбек (UZ), Тринкер Максим (DE)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В., Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)

(57) В процессе, установке и установке для получения золота и/или серебра для повышения извлечения в процессе сорбционного выщелачивания (10) при производстве благородных металлов, в котором эффективность процесса ограничивается, в частности, содержаниями органического углерода и/или сульфидной серы, присутствующими в сырье, таким образом, что в образующихся при сорбционном выщелачивании (10) хвостах накапливаются значительные остаточные количества благородных металлов, предусматриваются стадии переработки хвостов сорбции в качестве подготовки к окислительному обжигу (80), при котором хвосты сорбции обезвоживаются (18), высушиваются (24) и гранулируются (26); окислительный обжиг (80) обработанных хвостов сорбции и подача обожженных хвостов в последующий процесс выщелачивания или сорбционного выщелачивания (10).



201992231 A1

201992231 A1

ПРОЦЕСС, УСТАНОВКА И УСТАНОВКА ДЛЯ ДОБЫЧИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ СОРБЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Настоящее изобретение относится к способу повышения извлечения при добыче благородных металлов в частности добыче золота или серебра, в процессе сорбционного выщелачивания, в котором эффективность процесса ограничена, в частности, содержанием органического углерода и / или сульфидной серы, присутствующим в сырье, таким образом, что в хвостах сорбции, образующихся в процессе сорбционного выщелачивания, остаточные доли благородного металла находятся в существенных концентрациях. Кроме того, метод является особенно целесообразным для золотосодержащих руд, в которых золото (в основном в виде тонкодисперсных вкраплений) помимо сульфидных минералов (например, пирит) находится в ассоциации с мышьяксодержащими минералами (например, арсенопирит), и когда одновременно присутствующий в рудах органический углерод в значительной степени отрицательно влияет на извлечение золота из руд.

Хотя настоящий способ в настоящее время представляет коммерческий интерес прежде всего для добычи золота, он также принципиально подходит для добычи серебра или для одновременного извлечения золота и серебра. Альтернатива "серебро" не будет упоминаться ниже каждый раз.

Кроме того, настоящее изобретение относится к установке для осуществления способа и к установке по добыче золота.

Способы сорбционного выщелачивания, основанные на принципе «углерод в растворе выщелачивания» или CIL, распространены в золотодобыче относительно широко. Кроме того, также используются так называемые методы CIP, RIP, RIL. В процессе CIL выщелачивание и сорбция происходят одновременно; в отличие от процесса CIP, в котором сначала происходит выщелачивание, а затем адсорбция на активированном угле. Адсорбция может (реже) также проводиться на ионообменной смоле (процессы RIP, RIL). Используемый ниже термин «процесс сорбционного выщелачивания» охватывает все вышеуказанные или общеизвестные варианты процесса.

Процессы выщелачивания и сорбции основаны на окислении кислородом воздуха тонковкрапленного в горной породе золота и его растворении в щелочном водном растворе, содержащем ионы цианида.

Руды обычно дробят, измельчают и направляют на флотационное обогащение. Пульпа флотационного концентрата сгущается и транспортируется на так называемое биологическое выщелачивание. В процессе биологического выщелачивания большая часть мышьяка и сульфидной серы окисляется и растворяется в форме сульфатов и арсенатов. Частицы золота, заключённые в мышьяк- и сульфидсодержащие минералы, освобождаются. Суспензия после биологического выщелачивания сгущается и подаётся в противоточную декантационную промывку с целью отделения водной фазы и отмывания твердого остатка. Затем жидкую фазу нейтрализуют, причём мышьяк осаждается в форме арсенатов железа (скородита), а сульфаты - в форме гипса. Твёрдый остаток также нейтрализуют и направляют на сорбционное выщелачивание. Во время сорбционного выщелачивания золото, освобожденное при биологическом выщелачивании, растворяется и адсорбируется на активированном угле. Хвосты из сорбционного выщелачивания передаются на дальнейшую переработку.

Таким образом, в данном процессе образуются хвосты сорбции или шламы сорбции. Это отходы процесса сорбционного выщелачивания при производстве первичного золота из концентратов. Данные отходы, которые на прочих заводах направляются на хранилища, могут все ещё содержать значительные количества золота. Данное золото не извлекается в процессе выщелачивания и сорбции традиционными способами. Причинами этого являются, прежде всего, содержания органического углерода и сульфидной серы в исходном материале.

Термин «органический углерод» следует использовать впоследствии, чтобы отличать его от активированного угля (со значительно большим размером частиц), используемого в процессе сорбции.

Органические углистые вещества в особенности являются причиной так называемого эффекта прег-роббинга - самопроизвольного и необратимого процесса перехода (адсорбции) растворенного золота (в форме цианокомплекса) на рудные составляющие. Сорбционная активность углистого вещества приводит к потерям золота с твердой фазой сорбционных хвостов

Из современного уровня техники известен патент US 4919715 A.

Задача изобретения состоит в том, чтобы значительно улучшить степень извлечения золота в известных процессах сорбционного выщелачивания путём переработки сорбционных шламов и проводить требуемые для этого процессы эффективным и экологически совместимым образом.

Решение вышеуказанной задачи достигается с помощью способа, имеющего признаки пункта формулы изобретения 1, с помощью установки с признаками пункта формулы изобретения 12 и с помощью установки для добычи золота и/или серебра согласно пункту 14 формулы изобретения.

Предпочтительные формы выполнения изобретения описаны в соответствующих пунктах формулы изобретения.

Согласно изобретению предлагаются следующие этапы:

а) подготовка хвостов сорбции к переработке окислительным обжигом (80), в котором хвосты сорбции подвергаются обезвоживанию (18), сушке (24) и гранулированию (26),

б) окислительный обжиг (80) подготовленных сорбционных хвостов, и

в) подготовка обожженного продукта и подача его в последующий процесс сорбционного выщелачивания.

Многочисленные исследования с использованием различных методов в контексте настоящего изобретения показали, что метод окислительного обжига обеспечивает самые высокие показатели извлечения золота из сорбционных хвостов.

В процессе обжига сульфидная сера или сульфид железа, в частности пирит (типичное содержание пирита в исходном материале около 3,8%), а также органический углерод, переводятся в газовую фазу согласно следующим уравнениям реакций и, таким образом, в максимально возможной степени удаляются:

$$3FeS_2 + 8O_2 = Fe_3O_4 + 6SO_2$$

$$3FeS + 5O_2 = Fe_3O_4 + 3SO_2$$

$$4Fe_3O_4 + O_2 = 6Fe_2O_3$$

$$C + O_2 = CO_2$$

За счет окисления сульфидов во время процесса обжига, с одной стороны, освобождается золото (обычно тонкодисперсное), связанное с сульфидными минералами. С другой стороны, за счет преобразования сульфидов образуется пористая и легкодоступная для растворов цианидов структура, что, в свою очередь, улучшает выщелачиваемость золота. Кроме того, это уменьшает повышенный расход реагентов во время цианирования, связанный, как известно, с присутствием сульфидных минералов.

Сульфидные соединения мышьяка также окисляются во время окислительного обжига с такими же эффектами, как описано выше для сульфидной серы:

$$12FeAsS + 29O_2 = 4Fe_3O_4 + 6As_2O_3 + 12SO_2$$

За счет окисления органических углистых веществ, которые являются причиной адсорбционной активности материала, подавляется эффект прег-роббинга во время последующего выщелачивания, так что можно извлечь золото, ассоциированное с органическим углеродом.

Отходящие газы из обжиговой печи в многоступенчатой системе очистки газов обеспыливаются, охлаждаются и в максимально возможной степени очищаются от вредных веществ.

Обожженный продукт охлаждается, распульповывается водой и направляется в процесс сорбционного выщелачивания, где существенные высокие количества золота адсорбируются на активированный уголь и могут быть извлечены известными способами.

Процесс обжига предпочтительно проводить в печи ЦКС (печь с циркулирующим кипящим слоем), поскольку в ней обеспечивается наилучший массо- и теплообмен, высокие скорости химических реакций и точное регулирование температуры. Таким образом, окислительный обжиг на стадии b) предпочтительно происходит в процессе с циркулирующим или стационарным кипящим слоем.

Способ со стационарным кипящим слоем или обжиг в псевдоожижженном слое имеет то преимущество, что время пребывания обожженного продукта в процессе можно контролировать более точно, чем в процессе с циркулирующим кипящим слоем.

В частности, в рамках предпочтительного варианта осуществления изобретения может быть предусмотрено последовательное подключение аппарата стационарного кипящего слоя после обжига в печи ЦКС для того, чтобы обеспечить минимально необходимую продолжительность обжига.

Предложенный на стадии b) окислительный обжиг предпочтительно проводят в интервале температур от 450 до 750°С, наиболее предпочтительно в интервале от 500 до 700°С.

Кроме того, время пребывания хвостов сорбции на стадии окислительного обжига предпочтительно выбирается таким образом, чтобы остаточное содержание сульфидной серы и / или органического углерода понизилось до значений менее 0,75%, предпочтительно менее 0,5%, наиболее предпочтительно менее 0,1%.

Оптимальное время пребывания материала при использовании данного метода лежит в пределах 20-180 мин, преимущественно прим. 30-90 мин, особенно преимущественно 40-60 мин. Под оптимальным временем пребывания в процессе обжига понимают необходимое время обработки для достижения вышеназванных остаточных концентраций органического углерода, а также сульфидной серы.

Оптимальная скорость потока воздуха в пустой трубе в печи ЦКС согласно данному методу лежит в пределах 2-5 м/с.

В качестве подготовки к процессу окислительного обжига на стадии а) хвосты сорбции обезвоживают, сушат и гранулируют. На этих этапах сырье превращается в материал с однородным размером частиц, который является оптимальным для воспроизводимого процесса обжига в предпочтительно используемой печи ЦКС.

Шламы сорбции представляют собой тонкодисперсный материал и не могут в своей исходной форме перерабатываться в обжиговой печи (высокий вынос пыли, недостаточное и неравномерное время пребывания в печи).

Равномерное оптимальное распределение размеров частиц шлама достигается за счет процесса гранулирования. При этом тонкие твердые частицы за счет смачивания жидкостью под действием капилярных, а также адгезионных сил, связываются друг с другом. Для того, чтобы достичь данную связь, исходные вещества должны перемещаться в направлении друг против друга.

В особенности при гранулировании в смесителях интенсивного действия с быстро вращающимися смесительными инструментами образуются относительно мелкие гранулы высокой плотности, которые пригодны для последующего процесса обжига в преимущественно применяемой печи ЦКС. Для того, чтобы обеспечить удовлетворительную механическую и термическую прочность, в процесс гранулирования необходимо дозировать связующие вещества, преимущественно бентонит.

Кроме того, могут применяться другие неорганические и органические связующие вещества, такие как жженная известь или лигносульфонат. Оптимирование объемов дозируемых связующих веществ проводится после анализа массовых потоков последующего процесса обжига (прежде всего выноса пыли из обжиговой печи).

Для того, чтобы получить подходящий гранулированный материал, могут быть применены прочие методы нарастающей или влажной грануляции, как например, грануляция в смесителях, а также в тарельчатых грануляторах, при условии, что последующий процесс обжига в печи ЦКС проходит оптимально, т.е. с наименьшим

возможным выносом пыли и достижением оптимальных остаточных концентраций органического углерода и сульфидной серы в продуктах обжига.

Принципиально термин «гранулирование» может включать в себя также методы компактирования, такие, как, например, брикетирование.

Преимущественные размеры частиц гранулированного материала находятся в пределах 80-90% ниже 2 мм (величина d50 в диапазоне 800 – 1000 мкм). Гранулированный материал может также быть крупнее или мельче, при условии, что последующий процесс обжига в печи ЦКС протекает оптимально.

После обезвоживания предпочтительно проводится промывка фильтр-кека с целью вымывания цианидов водной фазы, которые, в противном случае, попадают в отходящий газ, в особенности во время сушки, приводя к необходимости сложной обработки отходящих газов.

Цианидсодержащая жидкая фаза, полученная при промывке, может быть возвращена в процесс сорбционного выщелачивания точно так же, как цианидсодержащие сточные воды из предыдущей стадии обезвоживания, что снижает потребность в цианиде и воздействие цианидов на окружающую среду.

Для подачи обожженных хвостов сорбции на последующую стадию сорбционного выщелачивания на стадии c) огарок предпочтительно охлаждают и смешивают с водой. За счет очень хорошего перемешивания твердых частиц внутри преимущественно применяемой печи ЦКС происходит истирание и разрушение гранул. Однако для того, чтобы последующий процесс цианирования работал эффективно (т.е. для того, чтобы извлечение золота было высоким), необходимо обеспечить определенное равномерное распределение размеров частиц твердого вещества. Поэтому, в зависимости от желаемого гранулометрического состава для последующего процесса сорбционного выщелачивания, также может быть целесообразным дополнительное измельчение огарка в мельнице.

Предварительная обработка материала в мельнице дополнительно приводит к тому, что за счет механического воздействия поверхности частиц освобождаются и, таким образом, становятся доступными для выщелачивания.

Выщелачивание и сорбция обожженных хвостов сорбции предпочтительно происходит в отдельном процессе сорбционного выщелачивания.

Отходящие газы, содержащие вредные вещества, образующиеся во время обжига, предпочтительно подают в многоступенчатый процесс очистки отходящих газов. При этом, например, пылеулавливание может быть осуществлено с помощью циклонов (грубая пыль) и сухих электрофильтров (тонкая пыль), причем осажденная золотосодержащая

пыль может снова подаваться на гранулирование или непосредственно в процесс выщелачивания и сорбции. После сухого электрофильтра могут быть подключены несколько ступеней мокрой очистки и, при необходимости, мокрый электростатический фильтр.

Пыль из системы пылеулавливания обжигового газа охлаждается и предпочтительно направляется на гранулирование и частично непосредственно на сорбционное выщелачивание. За счет добавок пыли на гранулирование можно регулировать необходимое значение влажности.

После удаления пыли отходящие газы охлаждаются примерно до 80°С, чтобы содержащийся в них триоксид мышьяка мог конденсироваться и вымываться.

Сточные воды, содержащие мышьяк, возвращаются в процесс биологического выщелачивания, где соединения мышьяка окисляются, чтобы мышьяк мог осаждаться в виде арсената железа на последующей стадии нейтрализации. Остаточные содержания мышьяка и пыль отделяются в мокрых электрофильтрах.

Впоследствии происходит десульфуризация дымовых газов, например, в скруббере, за счёт дозирования суспензии известкового молока.

Обожженный продукт охлаждают, распульповывают водой, измельчают и направляют на последующей процесс сорбционного выщелачивания, за счет чего на активированный уголь из сырья суммарно может быть извлечено гораздо большее количество золота, чем с помощью прочих известных процессов.

Изобретение более подробно и показательно разъяснено на чертежах. На чертежах показаны:

фиг. 1 - принципиальная блок-схема предварительной обработки хвостов сорбции;

фиг. 2 - более подробная блок-схема общей последовательности стадий процесса в соответствии с изобретением

фиг. 3 - блок-схема окислительного обжига и последующих этапов процесса.

Метод, представленный ниже, следует понимать только как пример. В случае, если это целесообразно, специалист в данной области может пропустить некоторые стадии, добавить дополнительные стадии процесса или выполнить стадии в ином порядке.

На фиг. 1 процесс сорбционного выщелачивания обозначен общим ссылочным номером 10. Что касается конкретного исполнения этого процесса, делается ссылка на литературу. На сорбционный процесс (10) подается исходный материал (12).

Продукт стадии 10 представляет собой обогащенный концентрат, в котором цианиды золота связаны с активированным углем. На дальнейших стадиях 16 эти связанные комплексы цианидного золота выделяются и удаляются из активированного угля.

Далее, в процессе 10 образуются сорбционные шламы, которые обычно являются отходами, однако часто содержат значительное количество золота, особенно если в процессе выщелачивания/сорбции имеет место отрицательное влияние высоких содержаний органического углистого вещества и / или сульфидной серы в исходном материале на его эффективность. Часто содержание золота, остающегося в хвостах сорбции, может быть в несколько раз выше 5% от общего количества золота в сырье.

Поэтому согласно фиг. 1 шламы сорбции (или, по меньшей мере, их часть) готовят к процессу обжига в печи с циркулирующим кипящим слоем. Для этой цели выгодно, чтобы шлам был приведен в максимально однородное состояние с точки зрения состава, влажности, формы и поверхности и размеров частиц.

Для этого сорбционный шлам сначала обезвоживают на стадии 18, а затем прессуют с получением фильтр-кека (стадия 20), который промывают, хранят на промежуточном складе фильтр-кека (стадия 22) и сушат в барабанных сушилках на стадии 24.

Разумеется, можно также отказаться от промежуточного хранения или осуществлять промежуточное хранение продукта после сушки.

Промежуточный склад служит накопителем на срок проведения ремонта на последующих установках или для усреднения исходного материала.

На следующей стадии 26 из высушенного фильтр-кека производится гранулированный материал с максимально однородной формой и оптимальным размером частиц для процесса в печи с псевдоожиженным слоем. Механическая и термическая стабильность гранул может быть обеспечена путем контролируемого добавления связующего, предпочтительно бентонита.

Данный гранулированный материал далее направляют на окислительный обжиг на стадии 28, который схематически пояснен на фиг. 3.

На фиг. 2 показана блок-схема общей последовательности процесса в соответствии с изобретением вкл. процесс сорбционного выщелачивания и стадию биологического выщелачивания. Подаваемое рудное сырье (100) дробится и измельчается на стадии 102. На стадии 104 происходит флотация со стадией сгущения, соответствующие хвосты (106) обрабатываются отдельно.

Затем концентрат (108) подают на так называемую стадию биовыщелачивания 110. На стадии 114 проводится сгущение с противоточной декантационной промывкой твердой фазы. Полученная жидкая фаза (116) содержит относительно высокие концентрации мышьяка. На стадии нейтрализации (118) данный мышьяк осаждается в форме арсената железа.

Продукт биовыщелачивания (120) подвергают нейтрализации и сорбционному выщелачиванию с использованием цианида (стадия 122), для извлечения золота используется активированный уголь (124).

При этом образуются хвосты сорбции (126), в которых все еще могут оставаться значительные содержания золота.

По этой причине хвосты сорбции (126) подготавливаются для процесса обжига, тем что они вначале обезвоживаются (стадия 128), причем полученная жидкая цианидсодержащая фаза соответственно стадии 130 может быть возвращена в процесс сорбционного выщелачивания.

Полученный на стадии обезвоживания (128) фильтр-кек (142) затем промывается (стадия 132), что показало себя очень эффективной мерой снижения содержания в нем цианида; таким образом впоследствии представляется возможным либо отказаться от более дорогостоящих стадий очистки отходящего газа, либо их упростить. Цианидсодержащие сточные воды, полученные во время промывки фильтр-кека, также могут быть возвращены в процесс сорбционного выщелачивания (стадия 134). Промытые фильтр-кеки (142) по необходимости направляются на временное хранение (стадия 144).

Затем фильт-кек сушат на стадии 136. Отходящий газ сушилок (138) очищается от пыли (стадия 140), причём данная пыль может подаваться на последующее гранулирование (146). Далее на стадии 146 проводят гранулирование для получения оптимального размера зерна для последующего процесса обжига (стадия 150), при котором, например 80-90% частиц гранулированного материала могут иметь размеры частиц менее 2 мм, либо показатель d50 для гранулированного материала может находиться в диапазоне от 800 до 1000 мкм.

Обжиг (стадия 150) предпочтительно проводится посредством процесса с циркулирующим кипящим слоем, образующиеся в котором отходящие газы (152) очищаются от пыли на стадии 154, а пыль (156) возвращается на грануляцию (146). Отходящие газы, полученные в процессе обеспыливания (162) на стадии 154, очищаются от мышьяка на стадии 164, причем сточные воды, содержащие мышьяк (112), могут снова направляться на биологическое выщелачивание (110).

Очищенный от мышьяка отходящий газ затем десульфурируется на стадии 170 и может быть направлен в окружающую среду на стадии 180, при этом в результате десульфуризации образуется гипс, подлежащий захоронению (178).

Образовавшийся в процессе обжига (150) огарок (158) сначала охлаждается на стадии 160, измельчается на стадии 166, а затем подвергается повторному процессу нейтрализации / сорбционного выщелачивания на стадии 172, который предпочтительно является отдельным от стадии 122 процессом.

Также здесь извлечение золота в конечном счете может быть осуществлено с помощью активированного угля (стадия 174) или с помощью одного из других вариантов выщелачивания и сорбции, описанных выше.

Хвосты сорбции 176, полученные во втором процессе сорбционного выщелачивания, в завершение направляются на захоронение.

На фиг. 3 печь с циркулирующим кипящим слоем обозначена позицией 50. Циркуляция материала в этой печи 50 с псевдоожиженным слоем осуществляется посредством последовательно соединенного циклона 52 и пневмозатвора 56, расположенного ниже по потоку. Для этого в печь 50 или пневмозатвор 56 в точках 58 и 66 (днище пневмозатвора) подается предварительно нагретый сжатый воздух. Загрузка гранулированных хвостов сорбции происходит в точке 64 между пневмозатвором 56 и трубопроводом возврата материала в печь кипящего слоя 50. Образующиеся отходящие газы отводятся в точке 54 и подвергаются многоступенчатой очистке (подробно не показано), при этом осажденная пыль может быть возвращена в процесс грануляции или непосредственно направлена в процесс выщелачивания и сорбции (также не показано подробно).

Выгрузка материала из контура циркуляции в псевдоожиженном слое происходит из пневмозатвора 56 с подачей в аппарат кипящего слоя дожига 68. Небольшая часть продукта оседает на подине печи кипящего слоя (50) и регулярно удаляется оттуда через точку 62, и периодически подается порциями вручную на дальнейшую переработку, предпочтительно в точке, расположенной перед мельницей 74, упомянутой ниже.

Фактический процесс обжига происходит непрерывно при температуре от 450 °C до 750 °C, предпочтительно от 500 °C до 700 °C, которая поддерживается подачей энергии (при необходимости) от горелки природного газа (60) (дополнительная существующая пусковая горелка на фиг. 3 не показана).

Количество загружаемых и выгружаемых материалов устанавливается таким образом, чтобы обжигаемый материал в среднем находился в печи заданное определенное минимальное время.

Чтобы обеспечить минимальное фактическое время выдержки (а не только среднестатистическое), обожженный продукт непрерывно и контролируемым образом направляется в аппарат дожига КС 68, где процесс обжига продолжается в течение заданного периода времени с подачей горячего сжатого воздуха в указанном температурном диапазоне.

Таким образом, в целом окислительный обжиг шлама сорбции происходит в аппаратах участка, обозначенного номером 80.

В дальнейшем ходе процесса обожженный материал направляется в следующий пневмозатвор 70 и в охладитель КС огарка 72. Далее в мельнице 74 с одним или несколькими расположенными ниже по потоку гидроциклонами (последние не показаны) обеспечивается оптимальное распределение размера частиц обожженного продукта для последующего процесса сорбционного выщелачивания.

Измельченный огарок далее в виде суспензии (76) направляют на повторный либо последующий процесс сорбционного выщелачивания (78), причем необходимая распульповка с получением суспензии 76 проводится перед измельчением и перед гидроциклонированием.

Ниже приведено более подробное разъяснение изобретения с помощью примеров.

Пример № 1 (Гранулирование)

Проба хвостов сорбции была обезвожена и высушена (величина остаточной влажности прим. 5%). Примерно 30 кг высушенного шлама было загружено в укрупненно-лабораторный смеситель интенсивного действия. Далее в смеситель было дозированно 8,2 кг воды. Из высушенного материала и воды была изготовлена пластичная масса, аналогичная частично осушенному фильтр-кеку. После этого в полученную массу было подано прим. 1,4 кг (3% на сухую массу) бентонита, а также дополнительные 20 кг сухого материала. Впоследствии в смесителе интенсивного действия проводился процесс гранулирования. Влажность гранулирования при этом составила прим. 18%, продолжительность гранулирования находилась на уровне прим. 4 мин. Размеры частиц полученного гранулированного материала лежали в пределах 80-90% ниже 2 мм.

Пример № 2

Проба хвостов сорбции (сорбционное выщелачивание I) была обезвожена, высушена и подвергнута гранулированию, как описано в примере 1, и далее обжигалась в опытно-промышленной печи ЦКС при различных температурах. В качестве флюидизирующей среды использовался воздух. Впоследствии огарок был измельчен (80% ниже 0,044 мм) и направлен на сорбционное выщелачивание (II). В качестве сорбента использовался активированный уголь. Также тонкая пыль из горячего фильтра была подвергнута сорбционному выщелачиванию (II).

Ниже в таблице представлены полученные таким образом остаточные содержания Au в хвостах сорбционного выщелачивания (II), проведённого при одинаковых условиях процесса, первоначальные содержания Au в пробах огарка и пыли, отобранных в опытах по обжигу при температурах 600 и 650°С, а также расчетные значения показателя извлечения золота во время сорбционного выщелачивания (II).

Как видно из представленной ниже таблицы, за счет переработки хвостов сорбции (отходов, которые обычно должны быть направлены на захоронение), возможно дополнительно извлечь прим. 70 % Au.

Проба	Продукты	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
Температура обжига 600°С огарок	Извлечение золота на уголь	-	71,31
	Хвосты цианирования	1,03	28,69
	Проба перед цианированием	3,59	100,00
Температура обжига 600°С пыль	Извлечение золота на уголь	-	54,52
	Хвосты цианирования	1,86	45,48
	Проба перед цианированием	4,09	100,00
Температура обжига 650°С огарок	Извлечение золота на уголь	-	72,49
	Хвосты цианирования	1,07	27,51
	Проба перед цианированием	3,89	100,00
Температура обжига 650°С пыль	Извлечение золота на уголь	-	68,58
	Хвосты цианирования	1,48	31,42
	Проба перед цианированием	4,71	100,00

Формула изобретения

1. Способ повышения степени извлечения при добыче золота и/или серебра в процессе сорбционного выщелачивания (10), в котором эффективность процесса ограничена, в частности, содержанием органического углерода и/или сульфидной серы, присутствующими в исходном сырье, таким образом, что в хвостах сорбции остаются значительные остаточные содержания золота и/или серебра, со следующими стадиями:

a) переработка хвостов сорбции в качестве подготовки к окислительному обжигу (80) путем обезвоживания (18), сушки (24) и гранулирования (26),

b) окислительный обжиг (80) подготовленного сорбционного шлама, и

c) подготовка обожженных хвостов сорбции и их подача в последующий процесс сорбционного выщелачивания.

2. Способ по п. 1,

отличающийся тем, что

окислительный обжиг (80) на стадии b) происходит в процессе с циркулирующим кипящим слоем.

3. Способ по одному из пунктов патентной формулы 1 или 2, **отличающийся тем,** что

окислительный обжиг (80) на стадии b) происходит при температурах от 450°C до 750°C.

4. Способ по одному из пунктов патентной формулы 1-3,

отличающийся тем, что

время пребывания хвостов сорбции в окислительном обжиге (80) выбирают таким образом, чтобы остаточное содержание сульфида и/или органического углерода было снижено до менее 0,75%, предпочтительно менее чем 0,1%, причём время пребывания находится на уровне 20-180 мин, преимущественно 30-90 мин и особенно преимущественно на уровне 40-60 мин.

5. Способ по одному из пунктов патентной формулы 1-4,

отличающийся тем, что

размер частиц гранулированного материала на 80-90% лежат в области ниже 2 мм, и/или размер частиц гранулированного материала имеют значение показателя d50 в диапазоне 800-1000 мкм.

6. Способ по одному из пунктов патентной формулы 2-5,

отличающийся тем, что

после окислительного обжига в процессе с циркулирующим кипящим слоем проводится процесс дожига в стационарном КС (68).

7. Способ по пункту патентной формулы 6,

отличающийся тем, что

после обезвоживания проводят промывку фильтр-кека с целью отмывки от цианидов водной фазы, причём полученную во время промывки жидкую фазу, содержащую цианид, и / или образующиеся в процессе обезвоживания сточные воды возвращаются в процесс сорбционного выщелачивания.

8. Способ по одному из пунктов патентной формулы 1-7,

отличающийся тем, что

перед подачей обожженного шлама сорбции на стадию последующего сорбционного выщелачивания огарок охлаждают, опционально измельчают и распульповывают водой на стадии с).

9. Способ по одному из пунктов патентной формулы 1-8,

отличающийся тем, что

образующиеся при окислительном обжиге (80) отходящие газы направляют на стадию многоступенчатой очистки (54).

10. Способ по пункту патентной формулы 9,

отличающийся тем, что

пыль из системы пылеулавливания обжиговых газов направляется на гранулирование для регулирования необходимой величины влажности и/или непосредственно на последующее сорбционное выщелачивание.

11. Способ по пунктам патентной формулы 9 или 10,

отличающийся тем, что

после удаления пыли отходящие газы охлаждаются таким образом, что триоксид мышьяка, содержащийся в отходящем газе, может конденсироваться и вымываться, а образующиеся в результате данной промывки мышьяксодержащие сточные воды направляют обратно в процесс биологического выщелачивания, таким образом, чтобы мышьяк в процессе биологического выщелачивания окислился и мог быть осажден в форме арсената железа на последующей стадии нейтрализации.

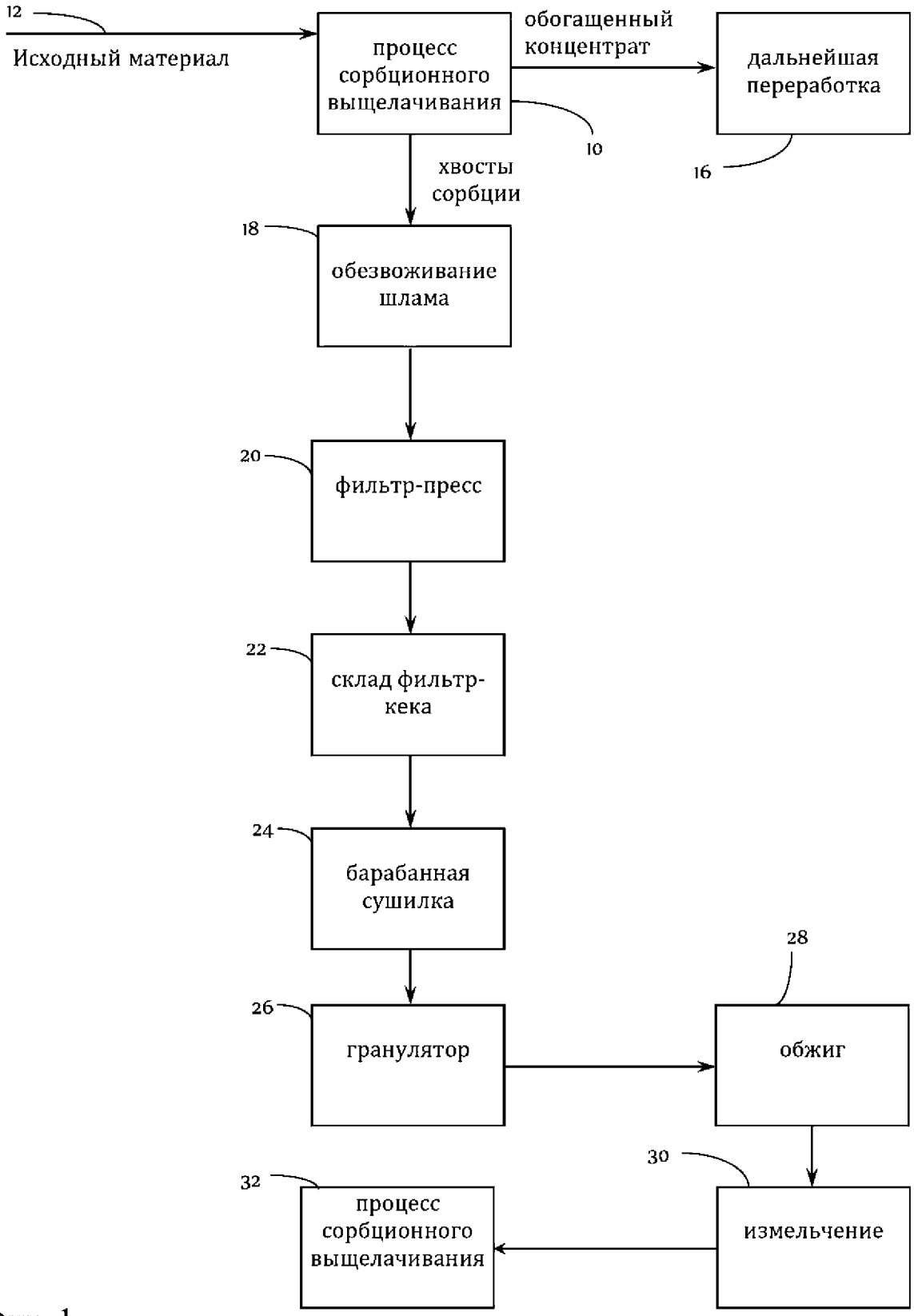
12. Установка для повышения степени извлечения при добыче золота и/или серебра в процессе сорбционного выщелачивания (10), в котором эффективность процесса ограничена, в частности, наличием в сырье органического углерода и/или сульфидной серы, так что в образующихся в процессе сорбционного выщелачивания хвостах сорбции находятся значительные остаточные содержания золота и/или серебра, с установками обезвоживания, сушки и гранулирования, а также с установкой обжига (80), причем на обжиговую установку подаются гранулированные хвосты сорбционного выщелачивания, а также с установкой сорбционного выщелачивания, на которую подаются обожженые и приготовленные соответствующим образом хвосты сорбции для того, чтобы извлечь значительную долю золота и/или серебра.

13. Установка по пункту патентной формулы 12,

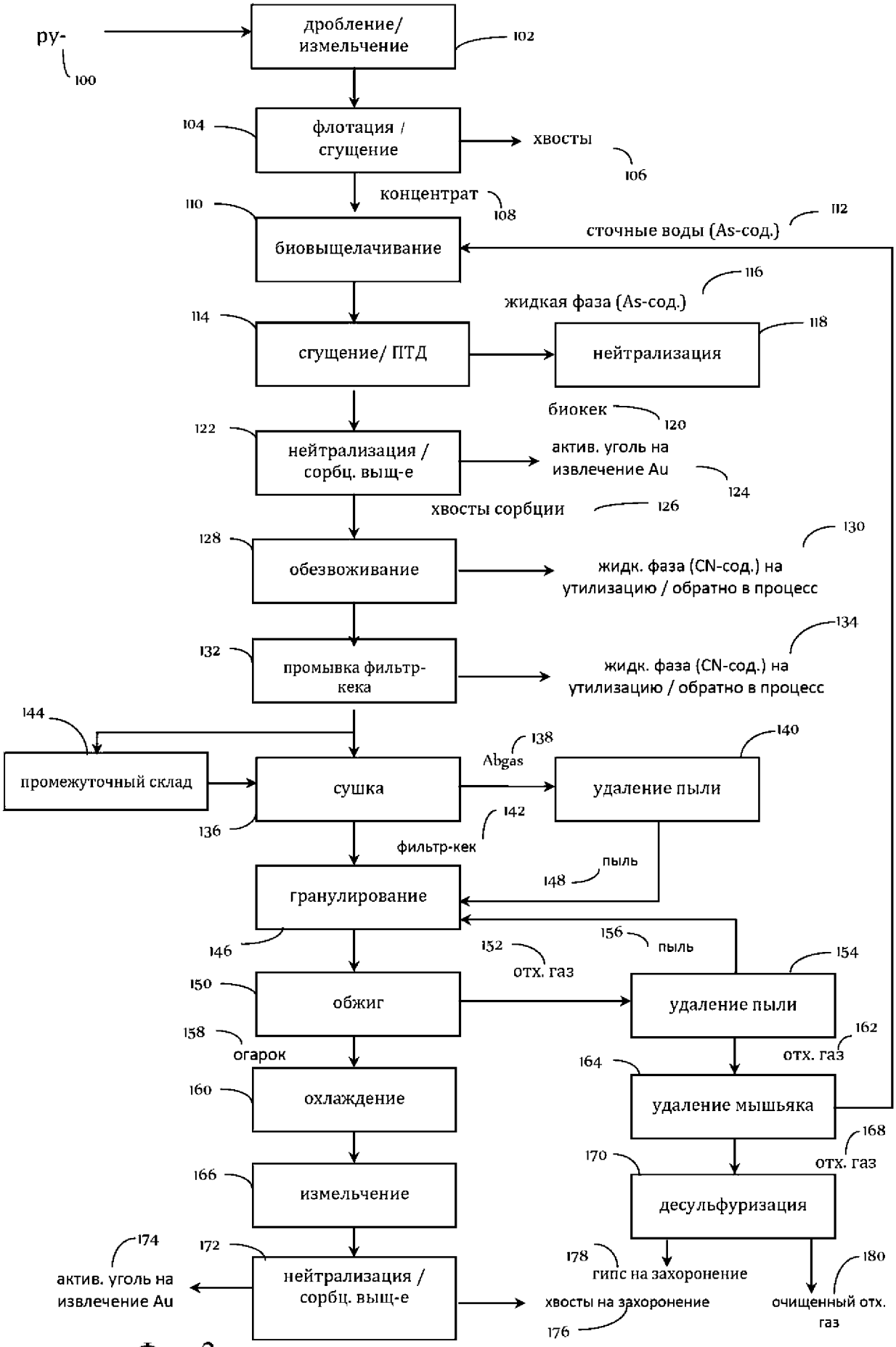
отличающаяся тем, что

установка для осуществления способа сформирована согласно одному из пп. 1-11.

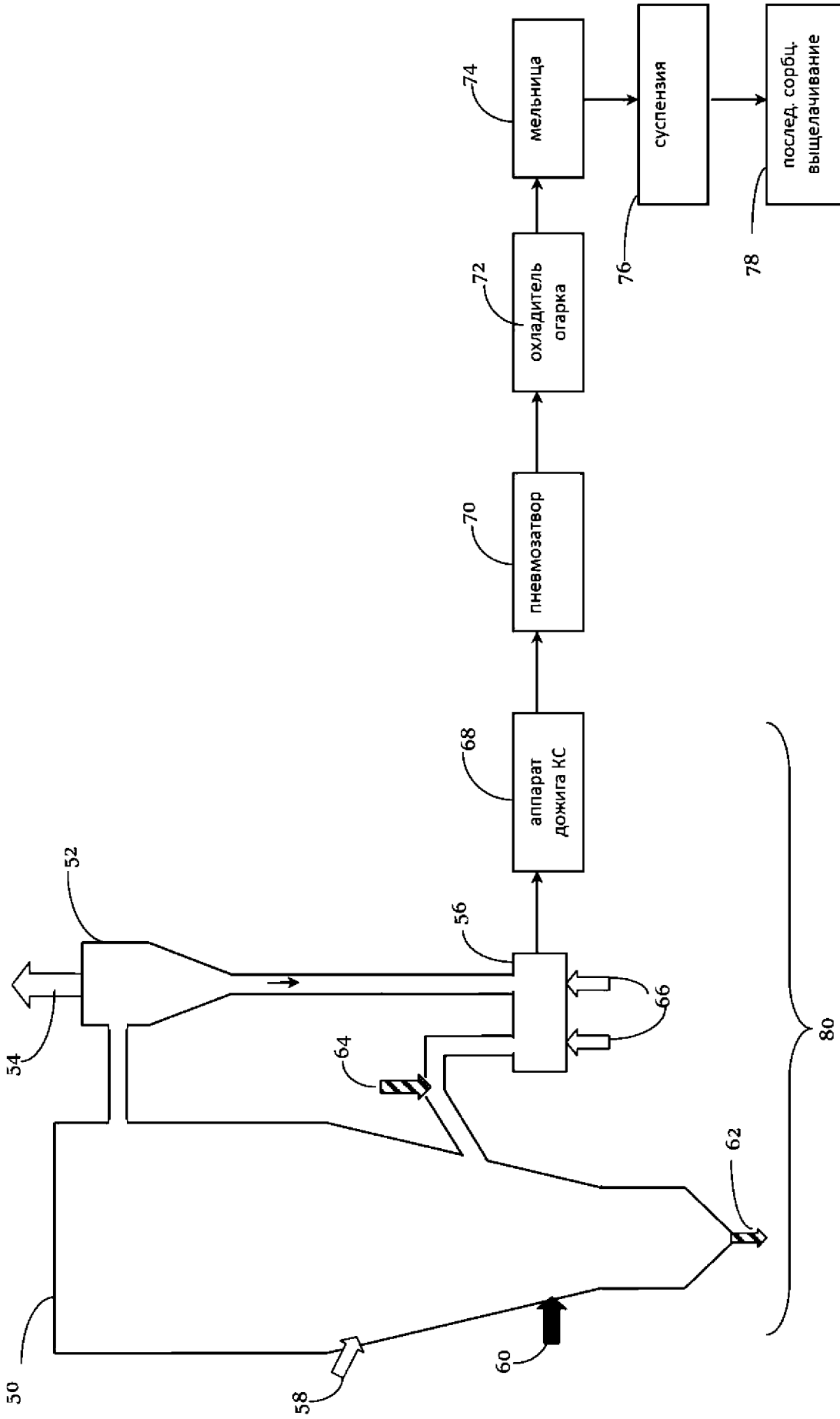
14. Установка по добыче золота и/или серебра, включающая: первую стадию процесса сорбционного выщелачивания со стадией биологического выщелачивания и установку согласно п.12 или 13.


12
Исходный материал
процесс сорбционного выщелачивания
обогащенный концентрат
дальнейшая переработка
10
16
хвосты сорбции
18
обезвоживание шлама
20
фильтр-пресс
22
склад фильтр-кека
24
барабанная сушилка
26
гранулятор
28
обжиг
30
измельчение
32
процесс сорбционного выщелачивания

Фиг. 1


ру-
100
дробление/ измельчение
102
104
флотация / сгущение
хвосты
106
концентрат
108
110
биовыщелачивание
сточные воды (As-сод.)
112
116
жидкая фаза (As-сод.)
114
сгущение/ ПТД
118
нейтрализация
биокек
120
122
нейтрализация / сорбц. выщ-е
актив. уголь на извлечение Au
124
хвосты сорбции
126
128
обезвоживание
130
жидк. фаза (CN-сод.) на утилизацию / обратно в процесс
132
промывка фильтр-кека
134
жидк. фаза (CN-сод.) на утилизацию / обратно в процесс
144
промежуточный склад
138
Abgas
140
сушка
удаление пыли
136
142
фильтр-кек
пыль
148
гранулирование
146
156
пыль
152
отх. газ
154
150
обжиг
удаление пыли
158
огарок
162
отх. газ
164
160
охлаждение
удаление мышьяка
168
170
отх. газ
166
измельчение
десульфуризация
174
172
178
180
актив. уголь на извлечение Au
нейтрализация / сорбц. выщ-е
гипс на захоронение
хвосты на захоронение
очищенный отх. газ
176

Фиг. 2


50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
аппарат дожига КС
70
пневмозатвор
72
охладитель огарка
74
мельница
76
суспензия
78
послед. сорбц. выщелачивание
80

Фиг. 3