



(19) KG (11) 1835 (13) C1
(51) C22B 11/00 (2015.01)
C22B 3/02 (2015.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИЙ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20150035.1

(22) 26.03.2015

(46) 31.03.2016, Бюл. № 3

(76) Кожонов А. К. (KG)

(56) Патент RU № 2432407, C22B 11/00, 30/02, 3/00, 2011

(54) Способ переработки сурьмяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих концентратов

(57) Изобретение относится к гидрометаллургии благородных металлов, в частности, к извлечению золота из сурьмяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих концентратов.

Задача изобретения, состоит в разработке экономически и технологически эффективного способа, позволяющего повысить эффективность переработки упорных золото-мышьяк-сурьма содержащих сульфидных концентратов путем обеспечения возможности эффективного раскрытия сульфидных минералов и ее тиокарбамидного выщелачивания, сокращения расходов на теплоносители, а также снижения затрат на реагенты.

Поставленная задача решается в способе переработки упорных Au-As-Sb (золото-мышьяк-сурьма), содержащем сульфидные концентраты по схеме подготовки пульпы, обработки серной кислотой, гидросульфатизации и тиокарбамидное выщелачивание кека, гидросульфатизации с последующим электролизом продуктивного раствора, включающего связанные между собой по ходу технологического процесса распульровку флотоконцентрата, обработку серной кислотой, гидросульфатизацию, окисление серы, фильтрацию, тиокарбамидное выщелачивание, фильтрацию товарной пульпы, электролиз золотосодержащих растворов, узлы получения азотной кислоты и очистки отходящих газов, где исходный концентрат последовательно подвергают трехразовому раскрытию сульфидов гидросульфатизацией, обработкой электромагнитными импульсами и кавитационному раскрытию, используют материал, содержащий смешанные сульфидно-окисленные концентраты и сульфидные концентраты, процесс гидросульфатизации происходит в колонне с автономным теплообменником «труба в трубе» со встроенными внизу колонны патрубками одновременной подачи в заданном потоке пульпы, азотной кислоты, сжатого воздуха и вывода обработанной пульпы, и патрубка вывода отходящих газов, снабжен обработкой пульпы электромагнитными импульсами, при действии переменного тока напряжением 2В, силой тока 1000А, тиокарбамидное выщелачивание в замкнутом цикле снабжено кавитационным насосом, подаваемую азотную кислоту в процесс гидросульфатизации обогревают в автономном теплообменнике «труба в трубе» колонны гидросульфатизации с выходящими пульпами из процесса, отходящими газами из колонны гидросульфатизации обогревают сжатый воздух, подаваемый в процесс гидросульфатизации, колонны гидросульфатизации через теплообменник соединены с абсорбционной колонной тарельчатого типа, для замедления процесса образования скородита и для снижения расхода азотной кислоты в процессе гидросульфатизации применяют серную кислоту, модуль обработки пульпы электромагнитными импульсами снабжен реактором с электродами, кавитационный насос колонны тиомочевинного выщелачивания снабжен рабочим колесом с укороченными прямыми лопатами и прямыми вставками к ним.

1 н. п. ф., 10 з. п. ф., 8 фиг.

Изобретение относится к гидрометаллургии благородных металлов, в частности, к извлечению золота из сурьмяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих концентратов.

Причина упорности руд и концентратов состоит в тесной ассоциации золота с сульфидными минералами, при этом приуроченное внутри кристаллической решетки сульфидных минералов золото не доступно выщелачивающему раствору и теряется в хвостах.

Методы переработки упорных сульфидных золотосодержащих продуктов с тонковкрапленным золотом зависят от многих параметров, включающих в себя вещественный состав, физико-механические и технологические свойства. Суть большинства методов заключается в разрушении плотной механической структуры и вскрытия золота, пригодного для последующего цианирования. В настоящее время существуют три основных группы процессов вскрытия золота из сульфидного сырья: химическое (выщелачивание), термохимическое (обжиг), механическое (измельчение). Также применяется комбинация данных процессов [Аксенов А. В., Васильев А. А., Яковлев Р. А. Способы переработки упорных сульфидных золотосодержащих продуктов с тонковкрапленным золотом. // Иркутский государственный технический университет, кафедра металлургии цветных металлов <http://econf.rae.ru/>].

Известен способ извлечения золота из упорных золотосодержащих сульфидных концентратов, включающий окислительное вскрытие руды водным раствором серной и азотной кислот в присутствии кислорода, одновременно с окислительным вскрытием руды осуществляют растворение золота, для чего процесс проводят в водном растворе, содержащем 0,7-2,8 моль/л серной кислоты, 0,14-2,2 моль/л азотной кислоты и 0,001-0,14 моль/л соляной кислоты при температуре 20-90 °С и давления атмосферном или повышенном до 7 атм, при этом окислительное вскрытие руды или концентрата осуществляют до перехода в раствор 20-75 вес. % исходного золотосодержащего сырья. [патент RU № 2119963, кл. C22B 11/00, C22B 3/06, 1998].

Недостатками известного способа является то, что при добавлении в реакционный раствор соляной кислоты приводит к растворению золота, содержащегося в исходной руде, одновременно с окислительным вскрытием руды. Реализация предложенного способа приведет к значительным потерям золота с жидкой фазой окислительного вскрытия, так как дополнительное извлечение золота из фильтратов с низкой концентрацией золота не представляется возможным.

Известен способ переработки сульфидных золото-мышьяковых концентратов Неждановского месторождения крупностью 90 % класса минус 0,074 мм следующего состава: S_{сульфидной} - 28,1 %, As_{сульф.} - 16 %, Fe - 38,7 %, Au - 87,6 г/т, Ag - 184,0 г/т, согласно технологической схеме проводится бактериальное окисление, отделение кека бактериального окисления, подготовка кека к цианированию и цианирование. Перед бактериальным окислением проводят цианирование концентратов, а подготовку кеков бактериального окисления к цианированию проводят путем его электрохимической обработки [патент RU № 2222621, кл. C22B 11/08, 3/18, 2004].

Недостатком известного способа является проведение бактериального окисления после предварительного цианирования, т. к. создание требуемых условий для штаммов микроорганизмов путем нейтрализации кеков, выщелачивания от остаточных содержаний цианидов и роданидов приводит к большим затратам, увеличит расход цианида на предварительное и окончательное выщелачивание.

Наиболее близким к предложенному способу переработки золотосульфидной руды является способ переработки сульфидных руд [патент RU № 2432407, C22B 11/00, 30/02, 3/00, 2011], включающий дробление, измельчение и классификацию сурьмяно-мышьяковых золотосодержащих руд, сурьмяно-мышьяковую флотацию с выделением сурьмяно-мышьякового концентрата и хвостов, гравитационное выделение из хвостов сурьмяно-мышьяковой флотации черного золотосодержащего концентрата и отвальных хвостов, сурьмяную флотацию сурьмяно-мышьякового концентрата с использованием пероксида водорода с выделением сурьмяного концентрата, контрольную флотацию хвостов сурьмяной флотации с выделением мышьякового концентрата и переработку черного золотосодержащего концентрата, сурьмяного и мышьякового концентратов с извлечением золота и сурьмы в товарные продукты.

При способе переработки сурьмяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих руд используют дорогостоящие препараты, что делает технологию сложной и дорогостоящей. Кроме того, недостатком линии являются высокие потери золота с твердой фазой хвостов сорбции. Это связано тем, что при электроплавке недостаточно раскрываются кристаллические решетки золотосодержащих сульфидных минералов и частично на поверхности золотин образуется железная рубашка, вследствие чего затрудняется доступ выщелачивающего раствора к золоту и, как следствие, снижается степень извлечения золота в раствор.

Задача изобретения состоит в разработке экономически и технологически эффективного способа, позволяющего повысить эффективность переработки упорных золото-мышьяк-сурьма

содержащих сульфидных концентратов путем обеспечения возможности эффективного раскрытия сульфидных минералов и ее тиокарбамидного выщелачивания, сокращения расходов на теплоносители, а также снижения затрат на реагенты.

Поставленная задача решается в способе переработки упорных Au-As-Sb (золото-мышьяк-сурьма) содержащих сульфидных концентратов по схеме подготовки пульпы, обработки серной кислотой, гидросульфатизации и тиокарбамидного выщелачивания кека, гидросульфатизации с последующим электролизом продуктивного раствора, включающего связанные между собой по ходу технологического процесса распульровку флотоконцентрата, обработку серной кислотой, гидросульфатизацию, окисление серы, фильтрацию, тиокарбамидное выщелачивание, фильтрацию товарной пульпы, электролиз золотосодержащих растворов, узлы получения азотной кислоты и очистки отходящих газов, где исходный концентрат последовательно подвергают трехразовому раскрытию сульфидов гидросульфатизацией, обработкой электромагнитными импульсами и кавитационному раскрытию, используют материал, содержащий смешанные сульфидно-окисленные концентраты и сульфидные концентраты, процесс гидросульфатизации происходит в колонне с автономным теплообменником «труба в трубе» со встроенными внизу колонны патрубками одновременной подачи в заданном потоке пульпы, азотной кислоты, сжатого воздуха и вывода обработанной пульпы, и патрубка вывода отходящих газов, снабжен обработкой пульпы электромагнитными импульсами, при действии переменного тока напряжением 2В, силой тока 1000А, тиокарбамидное выщелачивание в замкнутом цикле снабжено кавитационным насосом, подаваемую азотную кислоту в процесс гидросульфатизации обогревают в автономном теплообменнике «труба в трубе» колонны гидросульфатизации с выходящими пульпами из процесса, отходящими газами из колонны гидросульфатизации обогревают сжатый воздух, подаваемый в процесс гидросульфатизации, колонны гидросульфатизации через теплообменник соединены с абсорбционной колонной тарельчатого типа, для замедления процесса образования скородита и для снижения расхода азотной кислоты в процессе гидросульфатизации применяют серную кислоту, модуль обработки пульпы электромагнитными импульсами снабжен реактором с электродами, кавитационный насос колонны тиомочевинного выщелачивания снабжен ра-бочим колесом с укороченными прямыми лопатками и прямыми вставками к ним.

Технический результат, получаемый в результате реализации изобретения, состоит в масштабном промышленном использовании золото-мышьяк-сурьма содержащих сульфидных руд и концентратов.

Предложенный способ переработки сурьмяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих концентратов иллюстрируется следующими рисунками:

Рис. 1 - показана принципиальная технологическая схема предложенного способа;

Рис. 2 - распульровка концентрата;

Рис. 3 - гидросульфатизация, окисление серы и фильтрация;

Рис. 4 - распульровка, обработка электромагнитными импульсами и электролиз;

Рис. 5 - тиокарбамидное выщелачивание и фильтрация кеков;

Рис. 6 - линия получения азотной кислоты;

Рис. 7 - получение прокаленного катодного осадка.

Рис. 8 - спецификация оборудования.

В способе переработки упорных золотосодержащих руд, включающем связанные между собой трубопроводами процессы: распульровка флотоконцентрата, обработка серной кислотой, гидросульфатизация, фильтрация пульпы гидросульфатизации с направлением нейтрализованных фильтратов в хвостохранилище, тиокарбамидное выщелачивание кеков гидросульфатизации, фильтрация товарной пульпы с направлением промытых кеков в хвостохранилище, электролиз золотосодержащих растворов. Нитрозные газы гидросульфатизации поступают в колонну получения азотной кислоты, а полученная азотная кислота обратно подается в колонну гидросульфатизации. Кроме того, в предпочтительном варианте выполнения изобретения тиокарбамидное выщелачивание дополнительно снабжено узлом обработки пульпы электромагнитными импульсами, выполненного в виде ванн с электродами, откуда обработанные электромагнитными импульсами пульпы подвергаются тиокарбамидному выщелачиванию.

На рисунках 1-6 представлена аппаратурная схема способа переработки упорных Au-As-Sb (золото-мышьяк-сурьма) содержащих сульфидных концентратов.

Способ переработки упорных Au-As-Sb (золото-мышьяк-сурьма) содержащих сульфидных концентратов по схеме: подготовка пульпы, обработка серной кислотой, гидросульфатизация и тиокарбамидное выщелачивание кека, гидросульфатизация с последующим электролизом продук-

тивного раствора содержит связанные между собой по ходу технологического процесса распульговку флотоконцентрата, обработку серной кислотой, гидросульфатизацию, окисление серы, фильтрацию, тиокарбамидное выщелачивание, фильтрацию товарной пульпы, электролиз золотосодержащих растворов, узлы получения азотной кислоты и очистку отходящих газов (рис. 1).

Распульговка концентрата предназначена для приготовления пульпы с определенным соотношением твердого (флотоконцентрата) и жидкого (воды), и представляет собой, по крайней мере, два смесителя (1), соединенных в закрытом цикле трубопроводами песков гидроциклонов (3), и трубопроводами сливов гидроциклонов (3) с узлом обработки серной кислоты (рис. 2).

Процесс обработки серной кислотой предназначен для разложения карбонатов, присутствующих во флотоконцентрате, и представляет собой два реактора (4), соединенных через промежуточный реактор (6) с процессом гидросульфатизации.

Процесс гидросульфатизации предназначен для разложения сульфидов азотной кислотой для извлечения золота, входящего в структуру пирита и арсенопирита, и выполнен в виде шести колонн (20) гидросульфатизации со встроенными автономными теплообменниками «труба в трубе» (22), соединенные с трубопроводами гидросульфатизированной пульпы через теплообменник (22₆ и 23) с окислением серы (рис. 3).

Процесс гидросульфатизации в закрытом цикле соединен с трубопроводами разогретой азотной кислоты с автономным теплообменником «труба в трубе» (22).

Окисление серы предназначено для проведения доокисления серы в кеке пиролюзитом и представляет собой два гуммированных реактора (24), соединенных в открытом цикле с процессами фильтрации пульпы, гидросульфатизации (рис. 3).

Фильтрация предназначена для разделения твердого от жидкой фазы пульпы и представляет собой рамный фильтр-пресс (26), отфильтрованные кеки которого через зумпф (27) направляются на распульговку для тиокарбамидного выщелачивания, а фильтрат - в бак (81) для оборотных вод (рис. 3).

Процесс тиокарбамидного выщелачивания предназначен для извлечения золота из кека в виде комплекса растворимого в водном растворе, и включает два смесителя (27) для распульговки кека, три промежуточных реактора (36), узел обработки пульпы электромагнитными импульсами с двумя реакторами (43) со встроенными электродами (рис. 4) и семи колонн (91) тиомочевинного выщелачивания, при этом колонна (91) в замкнутом цикле соединена с кавитационным насосом (92) (рис. 5).

Фильтрация кеков тиокарбамидного выщелачивания предназначена для отделения кека от золотосодержащего раствора и представляет собой три рамных фильтр-пресса (59), отфильтрованные кеки через зумпф (60) направляются в хвостохранилище, а золотосодержащий раствор через накопительный бак (38) и напорную емкость (46) - в электролизёр (рис. 5).

Электролиз предназначен для электроосаждения золота из растворов в катодный осадок и представляет собой три электролизера (37), его обеззолоченный раствор поступает в емкость приготовления раствора тиомочевины (30), а катодный осадок промывается в нутч-фильтре (48), отфильтрованный золотой осадок прокаливается в печи (52), плавится в индукционной печи (53), а фильтрат через сборник (49) поступает в бак 81 для оборотных вод (рис. 4) и (рис. 7).

Линия получения азотной кислоты и очистки отходящих газов предназначена для абсорбции окислов азота водой, получения азотной кислоты и очистки отходящих газов и представляет собой теплообменник (68₂), связанный в закрытом цикле с теплообменником «труба в трубе» (22₆) для поступления разогретого сжатого воздуха, а нитрозные газы через теплообменник (68₁) поступают в абсорбционную колонну (71) тарельчатого типа (рис. 6).

Отходящие газы абсорбционной колонны (71) через газовый смеситель (35) поступают в скруббер «Вентури» (74) для очистки отходящих газов, а отходящие газы прокалочной печи (52) и индукционной печи (53) поступают к двум гидроциклонам (77), слив в замкнутом цикле соединен со скруббером «Вентури» (78), а песковая часть подается в прокалочную печь (52).

Хвостохранилище предназначено для мокрого складирования обезвреженной пульпы, образованной из кеков тиокарбамидного выщелачивания и представляет собой ложе, ограниченное ограждающими дамбами с противоточной фильтрацией экраном.

Транспортные трубопроводы линии для транспортировки пульпы и растворов реагентов содержат запорные устройства, насосы (рис. 8 спецификация оборудования).

Линия работает следующим образом.

Золото-мышьяк-сурьма содержащий флотационный концентрат, содержащий 40 г/т золота, по расчету загружают в смесители (1) и смешивают с водой до отношения Т:Ж=1:3; содержание

твердого 25 ± 1 %. Пульпу перекачивают на гидроциклоны (3), песковую фракцию которой в закрытом цикле возвращают в смесители (1), а слив поступает на реакторы (4) обработки серной кислотой.

В реактор (4) при перемешивании добавляют малыми порциями серную кислоту до содержания 45 ± 5 г/л. Время проведения процесса 30 ± 5 мин.

Обработанную серной кислотой пульпу через промежуточный реактор 6 подают с заданным потоком в колонны (20) гидросульфатизации.

В колонны (20) подают также азотную кислоту с заданным потоком до содержания 190 ± 10 г/л. При проведении всего процесса подают сжатый воздух с давлением $2,2 \pm 0,2$ кг/см².

Выходящие окислы азота из колонны (20) гидросульфатизации, охлаждают в теплообменнике (68) до температуры 25 ± 5 °С. Смешивают с воздухом в газовом смесителе (35) и подают в низ абсорбционной колонны (71) с тарелками колпачкового типа.

Для абсорбции вверх колонны (71) подают воду. Газы, проходя через колпачки, пробулькивают через слой жидкости, находящейся на тарелке, где происходит растворение окислов азота. При движении газа процесс адсорбции повторяется. При прохождении процесса адсорбции и окисления закиси азота выделяется тепло. Каждую тарелку охлаждают водой.

Выходящие газы из колонны (71) направляют в очистную колонну (74) скруббер «Вентури», орошаемую щелочным раствором для полного улавливания закиси азота.

Пульпу выхода колонны (20) гидросульфатизации подают в реактор (24) окисления серы. При постоянном перемешивании и подаче сжатого воздуха вводят пиrolюзит. После введения всего количества пиrolюзита, при подаче воздуха перемешивание производят в течении 1 часа для более полного окисления серы.

Пульпу из реактора (24) подают на рамный фильтр-пресс (26). Плиты фильтр-пресса заправлены тканью «лавсан». В рамном пространстве собирается кек. После завершения фильтрации в фильтр-пресс подают сжатый воздух с давлением $2,2 \pm 0,2$ кг/см² и удаляют жидкую фазу. Продолжительность подачи воздуха 30 мин. Производят промывку кека на фильтр-прессе водой в течении 30 мин. Фильтрат и промывные воды направляют на нейтрализацию в емкость (81).

Кек выгружают и направляют в смесители (27) для распульковки, куда заливают раствор тиокарбамида и загружают кек в соотношении Т:Ж = 1:1.

В промежуточных реакторах (33, 36) производят перемешивание в течении 15 ± 5 мин с целью равномерного распределения кека в пульпе.

Подготовленную пульпу подают в реактора (43) с электродами для обработки электромагнитными импульсами. Частота повторения импульсов 10-20 Гц при напряженности электрического компонента $\approx 1-50$ мВ/м, напряжение $\approx 2-4$ В, сила тока до 1000А.

В колонны (91) тиокарбамидного выщелачивания закачивают раствор пульпы, обработанный электромагнитными импульсами. Включают насос для создания интенсивного перемешивания в течение проведения процесса. Производят контроль кислотности и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). Кислотность должна быть $6 \pm 1,5$ г/л ($\text{pH} < 1$), ОВП - 180 мВ.

При снижении указанных параметров производят корректировку - добавление серной кислоты или сульфата железа. Содержание золота в твердой фазе должно быть не более 1 г/т.

Товарная пульпа выхода колонн (91) поступает на рамный фильтр-пресс 59. Фильтрат собирают в емкость (38) с объемом 4 м³. После окончания фильтрации пульпы из одной колонны на фильтр-пресс подают сжатый воздух для более полной отдувки фильтрата. Отдувку производят в течении 30 мин.

Промывку кека осуществляют свежим раствором тиокарбамида. Промывные растворы направляют на доукрепление тиомочевинной и серной кислотой в емкость (30). После промывки производят продувку воздухом для удаления остаточных промывных вод. Кек выгружают и направляют на складирование в хвостохранилище.

Золотосодержащий товарный фильтрат поступает в электролизеры (37), катодом которого является нержавеющая стальная сетка ячейкой 2x2 мм, анодом - свинцовая пластинка. Электролиз проводят при напряжении 3-5В, сила тока до 1600А. Управление электролизом производят по содержанию золота на выходе из электролизера. Содержание золота должно быть 0,1-0,5 мг/л при постоянной подаче тиокарбамидного золотосодержащего раствора.

При сьеме катодного осадка в камеры электролизера (37) при напряжении 4 ± 1 В и силе тока 60 ± 10 А подают воду, для удаления остатков тиокарбамида из камер. При остаточном содержании тиокарбамида на сливе 0,1-0,2 г/л производят отключение питания электролизера и производят

сброс катодного осадка на фильтр. Осадок промывают водой. Электролизер (37) тоже промывают водой для более полного удаления катодного осадка из камер. Катодный осадок направляют на прокатку в печь (52), загружают в титановый противень и загружают в печь. Температура в печи должна быть 500 ± 20 °С. Время проведения процесса 4 часа.

Полученный прокаленный катодный осадок передают на плавку в индукционную печь (53) для получения сплава «Доре». Нагрев производят током высокой частоты. Производят добавку флюсов соды и буры из расчета 1,5-3 % от массы загруженного металла. При достижении расплава и тщательного перемешивания отбирают пробу. Расплав разливают в изложницу, после полного остывания производят очистку слитка от шлаков. Слиток взвешивают и передают на склад.

Выходящие газы из прокалочной печи (52) и индукционной печи (53) подают в гидроциклон (77), где легкая сливная фракция поступает в очистную колонну (78) скруббер «Вентури», а песковая фракция возвращается в прокалочную печь (52).

Таким образом, предлагаемый способ, обеспечивая эффективное раскрытие сульфидов золото-мышьяк-сурьма содержащих флотоконцентратов, позволяет повысить степень извлечения золота из упорных флотоконцентратов, сократить расходы на энергоносители при извлечении золота из концентрата и снизить расходы реагентов.

Формула изобретения

1. Способ переработки упорных Au-As-Sb (золото-мышьяк-сурьма) содержащих сульфидных концентратов по схеме подготовки пульпы, обработки серной кислотой, гидросульфатизации и тиокарбамидного выщелачивания кека, гидросульфатизации с последующим электролизом продуктивного раствора, включающего связанные между собой по ходу технологического процесса распульповку флотоконцентрата, обработку серной кислотой, гидросульфатизацию, окисление серы, фильтрацию, тиокарбамидное выщелачивание, фильтрацию товарной пульпы, электролиз золотосодержащих растворов, узлы получения азотной кислоты и очистки отходящих газов, отличающийся тем, что исходный концентрат последовательно подвергают трехразовому раскрытию сульфидов гидросульфатизацией, обработкой электромагнитными импульсами и кавитационному раскрытию.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что используют материал, содержащий смешанные сульфидно-окисленные концентраты и сульфидные концентраты.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что процесс гидросульфатизации происходит в колонне с автономным теплообменником "труба в трубе" со встроенными внизу колонны патрубками одновременной подачи в заданном потоке пульпы, азотной кислоты, сжатого воздуха и вывода обработанной пульпы, и патрубка вывода отходящих газов.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что снабжен обработкой пульпы электромагнитными импульсами, при действии переменного тока напряжением 2В, силой тока 1000А.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что тиокарбамидное выщелачивание в замкнутом цикле снабжено кавитационным насосом.

6. Способ по п. 3, отличающийся тем, что подаваемую азотную кислоту в процесс гидросульфатизации обогревают в автономном теплообменнике "труба в трубе" колонны гидросульфатизации с выходящими пульпами из процесса.

7. Способ по п. 3, отличающийся тем, что отходящими газами из колонны гидросульфатизации обогревают сжатый воздух, подаваемый в процесс гидросульфатизации.

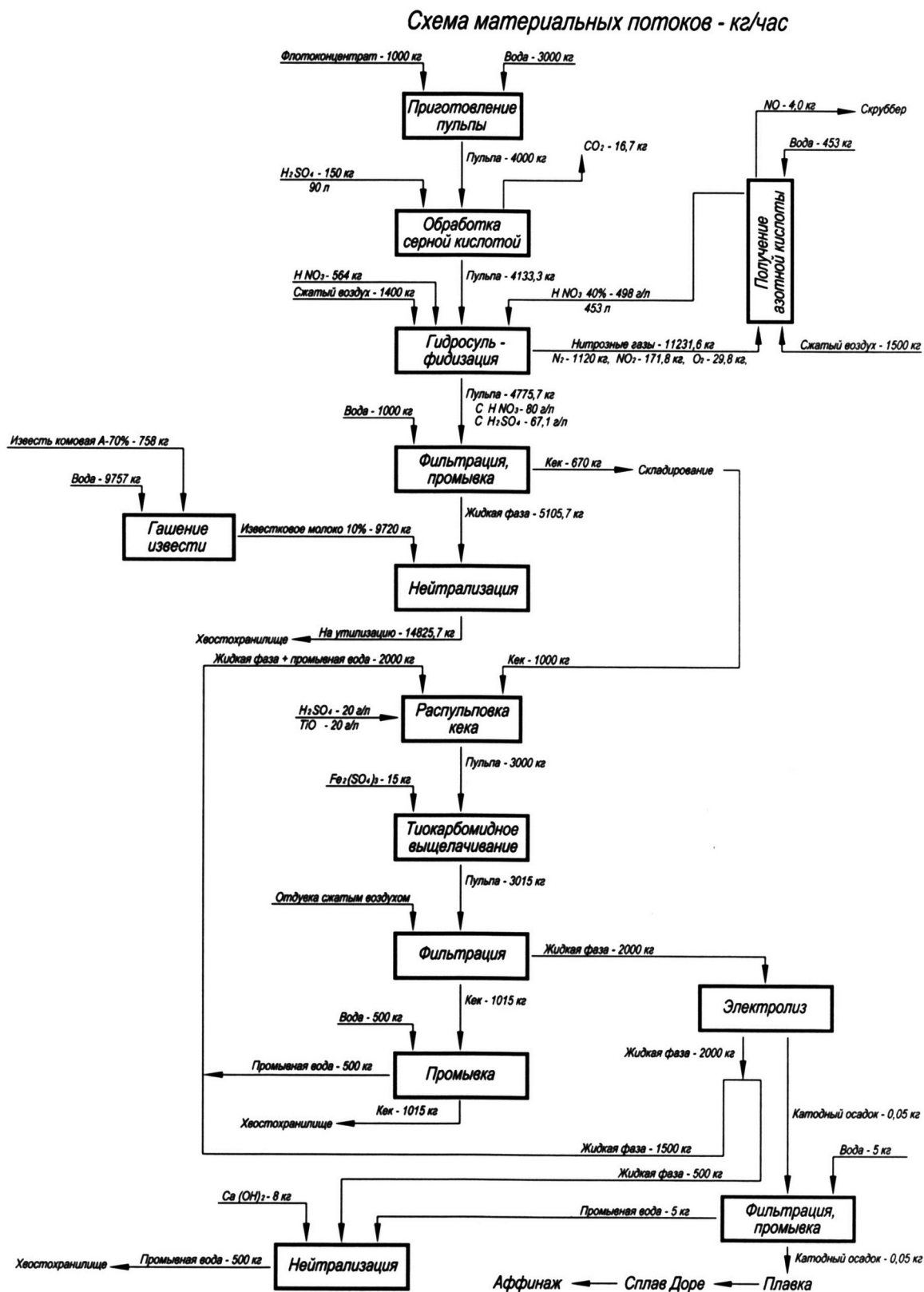
8. Способ по п. 3, отличающийся тем, что колонны гидросульфатизации через теплообменник соединены с абсорбционной колонной тарельчатого типа.

9. Способ по п. 3, отличающийся тем, что для замедления процесса образования скородита и для снижения расхода азотной кислоты в процессе гидросульфатизации применяют серную кислоту.

10. Способ по п. 4, отличающийся тем, что модуль обработки пульпы электромагнитными импульсами снабжен реактором с электродами.

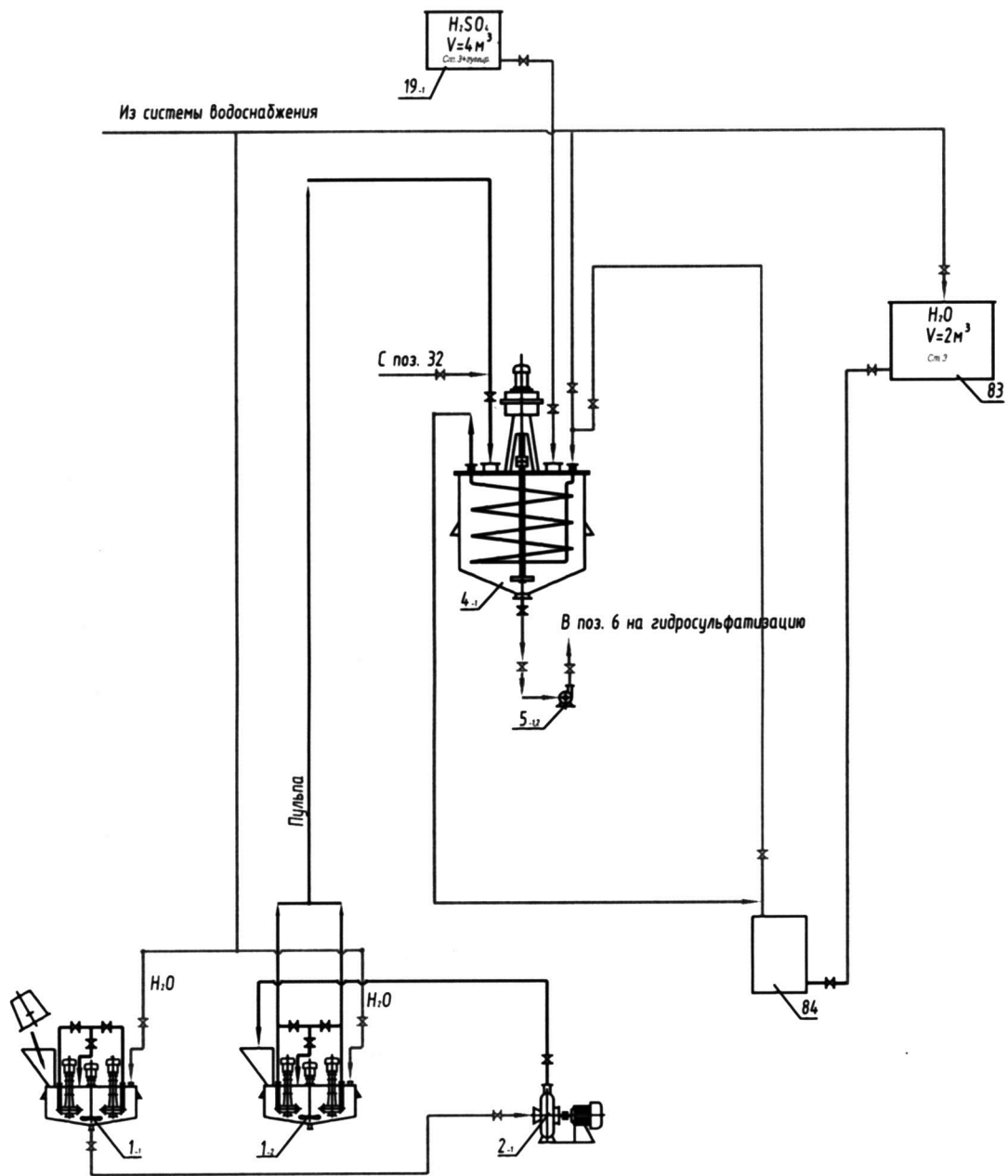
11. Способ по п. 5, отличающийся тем, что кавитационный насос колонны тиомочевинного выщелачивания снабжен рабочим колесом с укороченными прямыми лопатами и прямыми вставками к ним.

Способ переработки сурьяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих концентратов



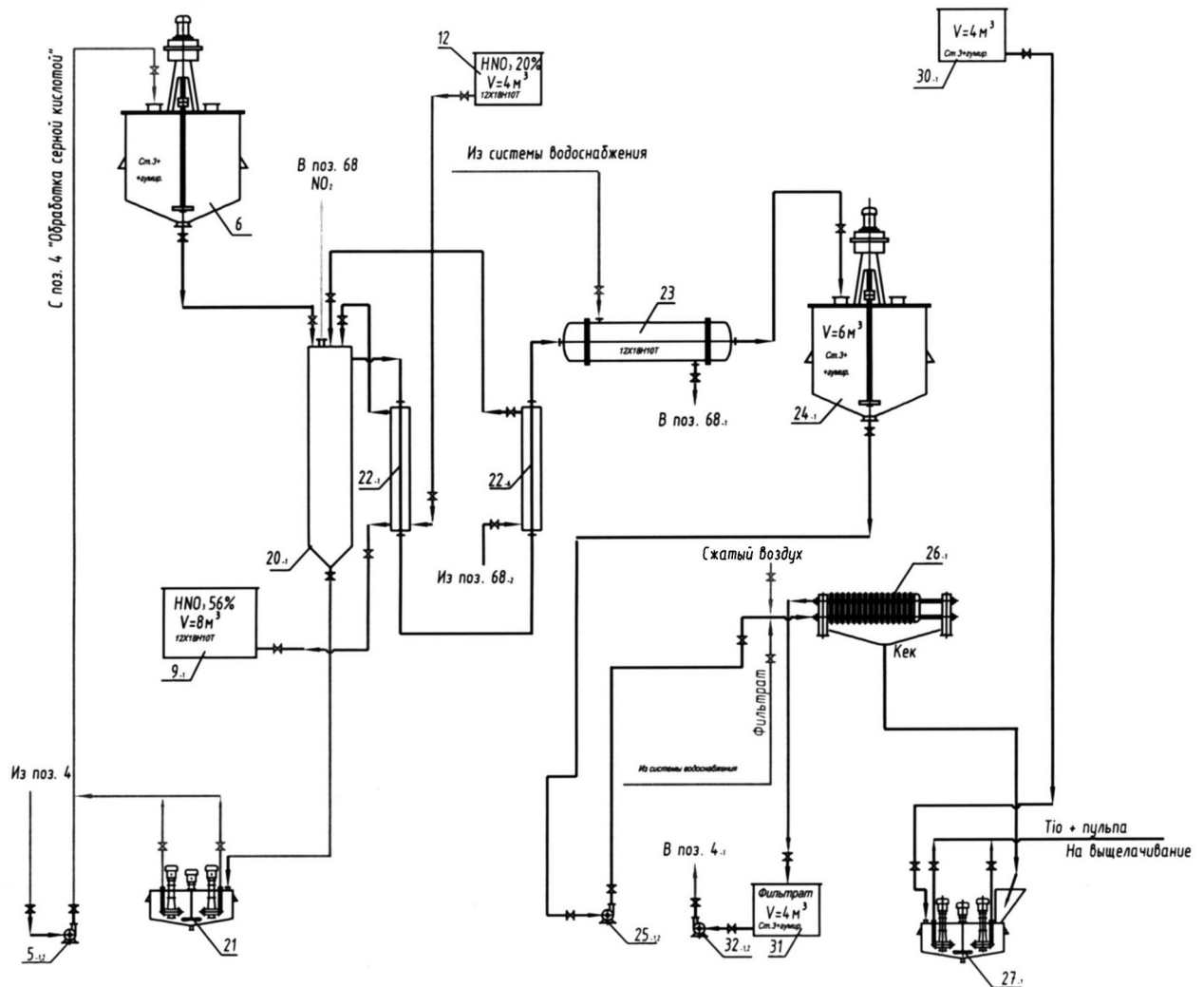
Фиг. 1. Принципиальная технологическая схема

Способ переработки сурьмяно-мышьяковых
сульфидных золотосодержащих концентратов



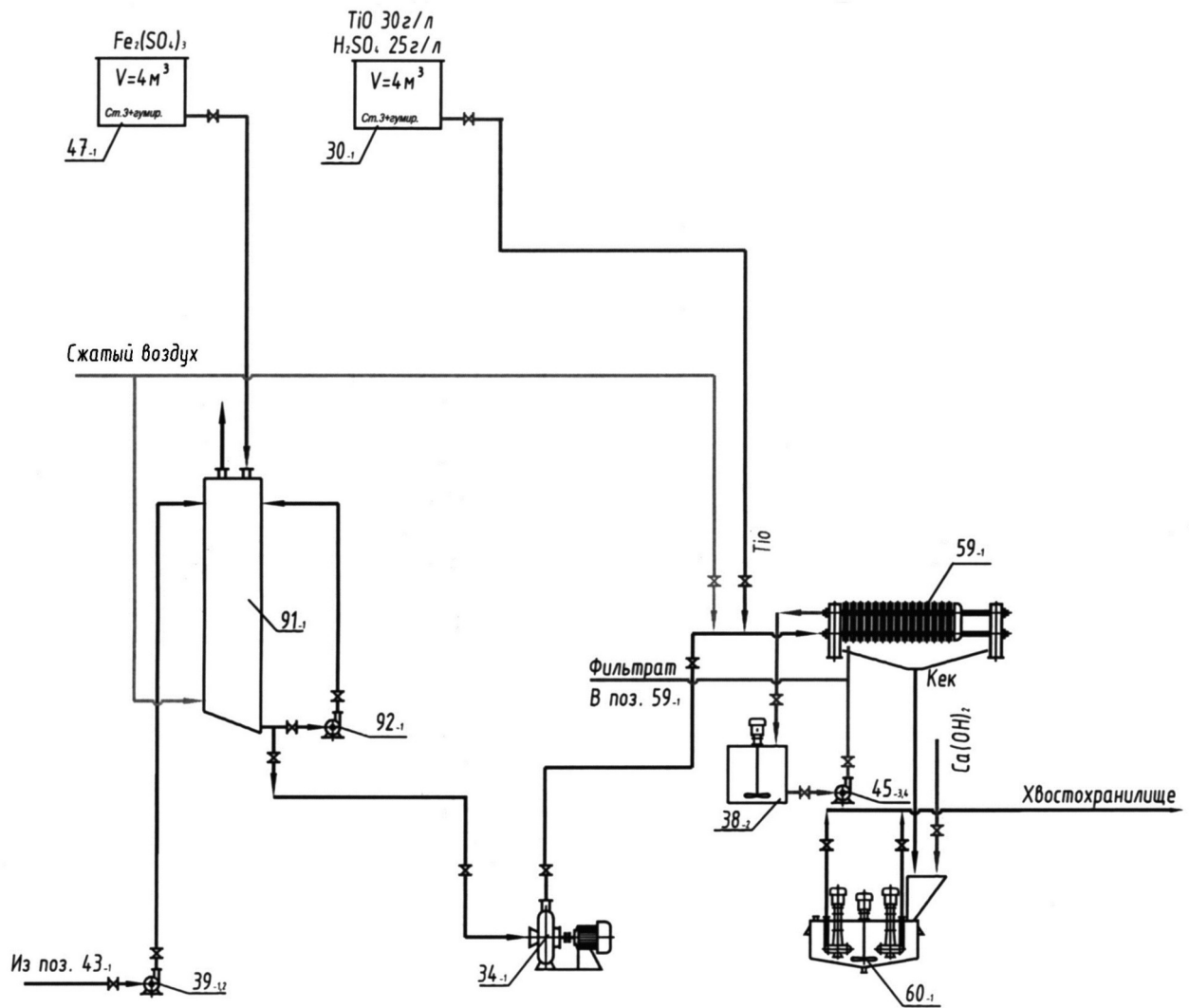
Фиг. 2. Распульповка концентрата

Способ переработки сурьмяно-мышьяковых
сульфидных золотосодержащих концентратов



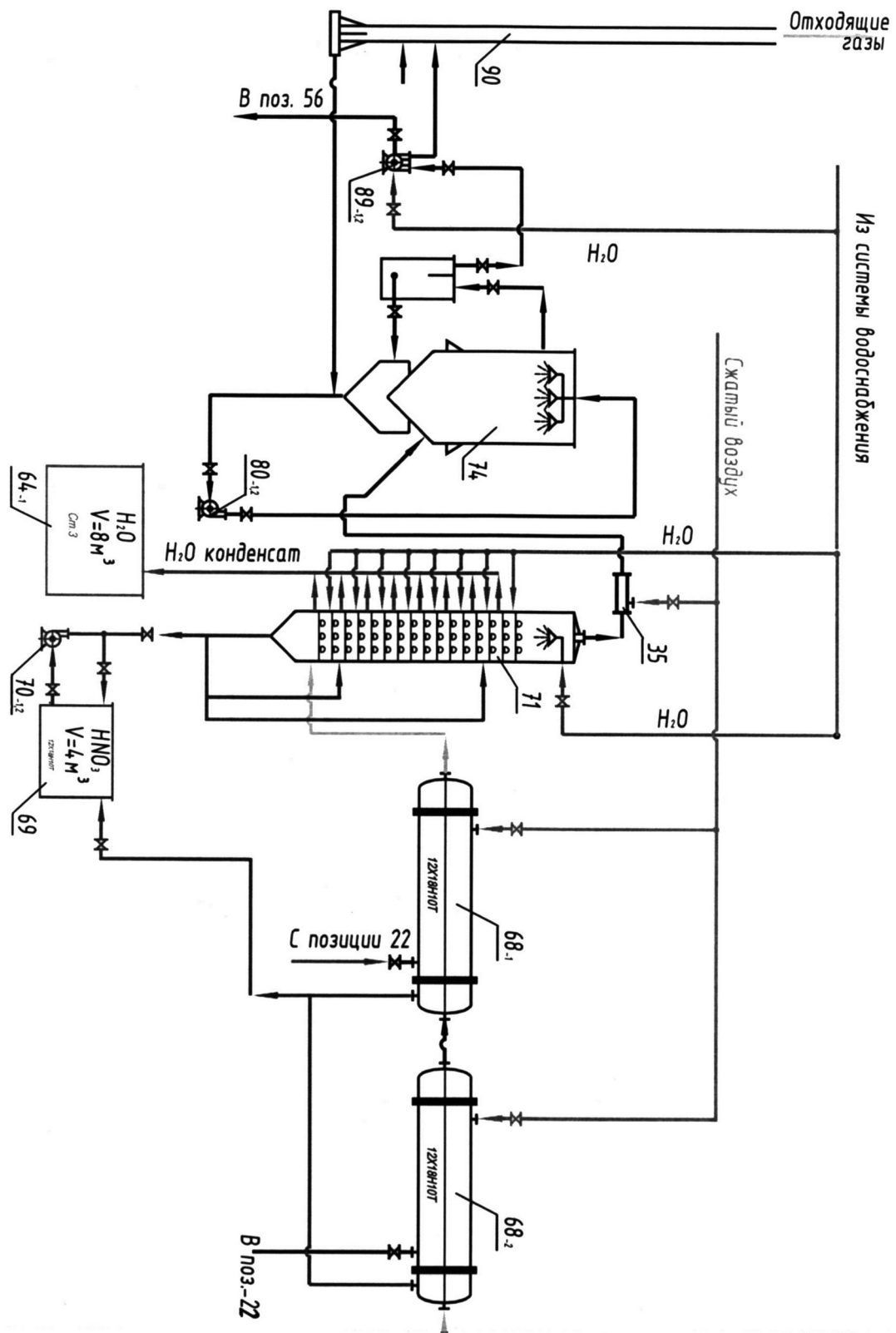
Фиг. 3. Гидросульфатизация, окисление серы и фильтрация

Способ переработки сурьмяно-мышьяковых сульфидных золотосодержащих концентратов



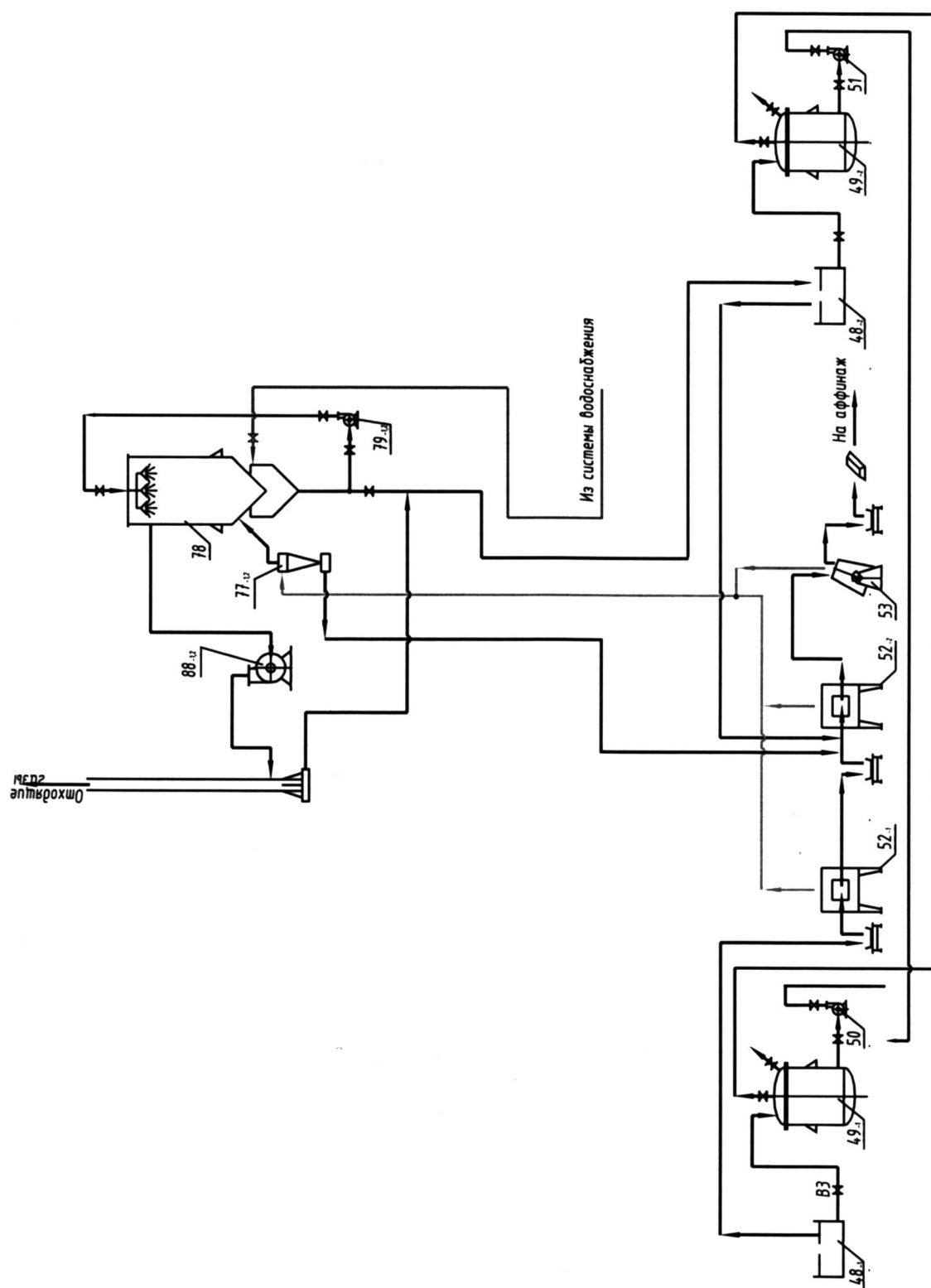
Фиг. 5. Тиокарбамидное выщелачивание и фильтрация кеков

Способ переработки сурьмяно-мышьяковых
сульфидных золотосодержащих концентратов



Фиг. 6. Линия получения азотной кислоты

Способ переработки сурьмяно-мышьяковых
сульфидных золотосодержащих концентратов



Фиг. 7. Получение прокаленного катодного осадка

Способ переработки сурьмяно-мышьяковых
сульфидных золотосодержащих концентратов

| | | | | | |
|---|----------------------------------|---|-------------|-------------------|------------|
| 63-а | КЗ-Г-00. 00.00СБ | Колонна из стали 3, дупированная Ø 1000 мм, Н = 7200 мм | 7 | 2,4 | |
| 90 | | Свеча - труба Ø 210 x 5 из стали 12Х18Н10Т | 1 | 0,15 | |
| 89-а | 2ВВН2-50 | Вакуум-насос, N = 110кВт | 2 | 2,75 | |
| 88-а | | Вентилятор | 2 | 0,3 | |
| 86 87 | 14.6 00.000СБ | Насос ПНВ-2, N = 7,5 кВт | 2 | 0,25 | |
| 84 | | Котел водогрейный электрический | 1 | 0,10 | |
| 81 | 15578 00.000СБ | Бак ст. дупированный с нешалкой V = 6 м ³ , N = 4,0 кВт | 1 | 1,75 | |
| 77-а | ГРЦ - 150 | Циклон | 2 | 0,15 | |
| 74 78 | ПК-20М 00.00СБ ПК-20М 00.01СБ | Скруббер "Вентури" | 2 | 0,80 | |
| 71 | 15-82-04 00.00СБ | Абсорбционная колонна из стали 12Х18Н10Т Ø 800 мм, Н = 9000 мм | 1 | 4,95 | |
| 64-а | 15564 00.000СБ | Емкость стальная V = 8 м ³ | 2 | 1,75 | |
| 63-а | К 45/30 | Насосный агрегат с эл. двигателем серии 4А, N = 5,5 кВт | 2 | 0,32 | |
| 62-а | Т81-160/127- -25Х/М | Вытяжной агрегат | 2 | 0,72 | |
| 61-а | Т81-315/127- -25Х/М | Вытяжной агрегат | 3 | 0,75 | |
| 57-а | К 20/30 | Насосный агрегат с эл. двигателем серии 4А, N = 4,0 кВт | 2 | 0,073 | |
| 56 83 | 15564 00.000СБ | Емкость стальная V = 2 м ³ | 2 | 0,15 | |
| 55-а | ВВН-12Н | Вакуум-насос | 2 | 1,8 | |
| 53 | УИТ | Печь индукционная | 1 | 0,8 | |
| 52-а | ОКБ | Печь прокаточная | 2 | 2,5 | |
| 49-а | ССЗ 1,0-2-12 | Сварки стальной эмалированной V = 1,0 м ³ | 1 | 0,84 | |
| 49-а | ССЗ 0,63-4-12 | Сварки стальной эмалированной V = 0,63 м ³ | 1 | 0,52 | |
| 48-а | 15570 00.000СБ | Нумч-фильтр стальной 900 | 1 | 0,45 | |
| 48-а | 15569 00.000СБ | Нумч-фильтр стальной 600 | 1 | 0,27 | |
| 47 | | Ванна стальная эмалированная V = 1 м ³ | 1 | 1,2 | |
| 43-а | КБ-83-04 000.00 | Аппарат ЭПТ | 2 | 1,3 | |
| 38-а 85-а 45-а 39-а | Х 65-50-160- -Р-СБ-У3 | Агрегат электронасосный с эл. дв. серии 4А, N = 5,5 кВт | 10 | 0,12 | |
| 37-а | ПЗЦ-41-02 000.00 | Защитный | 3 | 0,75 | |
| 35 | | Смеситель газовый | 1 | 0,03 | |
| 59-а 26-а | РЗМ 50-91-01 | Фильтр-пресс разный, N = 4,0 кВт | 6 | 3,8 | |
| 82-а 25-а | Х 20/31 | Насос химически стойкий, N = 5,5 кВт | 4 | 0,15 | |
| 38-а 33-а 24-а | А-19917-00-000СБ | Реактор стальной дупированный с нешалкой V = 6 м ³ N = 4,0 кВт | 5 | 1,75 | |
| 68-а 23-а | 400 ТНГ-4,0-1,6 | Теплообменник из стали 12Х18Н10Т F = 36м ² | 3 | 2 | |
| 22-а | КБ-81-04 00.00СБ | Теплообменник труба в трубу из стали 12Х18Н10Т F=0,5м | 6 | 0,5 | |
| 18-а 21-а | 15567 00.000.01СБ | Зупер стальной с нешалкой с двумя пескоуловителями типа ПНВ-2, N = 3,0 кВт, N = 2 x 7,5 кВт | 5 | 1,5 | |
| 20-а | КБ-81-04 00.00СБ | Колонна гидросульфатизации из стали 12Х18Н10Т Ø 800 мм, Н = 6000 мм | 5 | 2,45 | |
| 14-а 65-а 8-а 19-а 30-а | 15564 00. 000-01СБ | Бак стальной эмалированный с нешалкой V = 2 м ³ | 7 | 0,8 | |
| 54-а 42-а 75-а 8-а 19-а 30-а | | Емкость стальная эмалированная V = 4 м ³ | 13 | 1,25 | |
| 14-а 44-а | 15571 00.000СБ | Емкость стальная эмалированная V = 1 м ³ | 2 | 0,6 | |
| 69-а 72-а 105-а 12-а | 15573 00.000СБ | Емкость из стали 12Х18Н10Т V = 4 м ³ | 4 | 1,3 | |
| 13-а 9-а | 15574 00.000СБ | Емкость из стали 12Х18Н10Т V = 0 м ³ | 3 | 1,8 | |
| 7-а | 15572 00.000СБ | Емкость из стали 12Х18Н10Т V = 1 м ³ | 1 | 0,5 | |
| 38-а 4-а 26-а 31-а | 15577 00.000СБ | Реактор стальной эмалированный с нешалкой V = 6 м ³ N = нешалкой кВт | 6 | 1,75 | |
| 79-а 64-а 80-а 70-а 73-а 51-а 41-а 50-а 29-а 32-а 76-а 5-а 18-а 5-а 8-а 11-а | Х 20/31 | Насос химически стойкий, N = 4,0 кВт | 20 | 0,15 | |
| 4-а | 1557700-000-01СБ | Реактор стальной эмалированный с нешалкой V = 6 м ³ с эмалировкой, F = 4 м ² , N = 4,0 кВт | 2 | 1,75 | |
| 3-а | ГИР - 150 | Гидроциклон | 2 | 0,15 | |
| 92-а 2-а | 5 ГРГ | Насос песочный горизонтальный эмалированный N = 45,0 кВт | 9 | 1,5 | |
| 1-а | 15567 00.000.00СБ | Зупер стальной с нешалкой с двумя пескоуловителями типа ПНВ-2, N = 3,0 кВт, N = 2 x 7,5 кВт | 2 | 1,5 | |
| Поз. | Обозначение | Наименование | Ко- лич. | Масса ед-иц, т | Примечание |

Фиг. 8. Спецификация оборудования

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03