

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034852**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.30

(51) Int. Cl. **B03D 1/02** (2006.01)
B03D 1/14 (2006.01)

(21) Номер заявки
201891113

(22) Дата подачи заявки
2016.12.07

(54) **РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ГАЗА ПРИ ФЛОТАЦИИ МИНЕРАЛОВ**

(31) **20155935**

(56) **WO-A1-2015007955**

(32) **2015.12.09**

US-A-4436617

(33) **FI**

US-A-5275732

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/FI2016/050852**

(87) **WO 2017/098081 2017.06.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
Лаканен Юкка (FI)

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

(57) Предложено устройство для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, при этом контроль за флуктуациями объема флотационного газа осуществляют с помощью замкнутого контура выравнивания давления, включающего устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферную емкость для газа; линию (81) сброса для соединения напорной стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа, чтобы иметь возможность вывести часть флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа; и линию (86) всасывания для соединения всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа, либо непосредственно, либо посредством линии (81) сброса, и для обеспечения возможности отбора флотационного газа, находящегося в устройстве (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа и/или в линии (81) сброса, во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии (86) всасывания; при этом линия (86) всасывания включает средства (76) понижения давления для ограничения потока флотационного газа по линии (86) всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум во всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа, то есть во всасывающем газ трубопроводе и, следовательно, в блоке (блоках) флотационных камер.

B1

034852

034852

B1

Область техники

Изобретение относится к регулированию циркуляции газа при флотации минералов для выделения минералов из руды и концентратов, в частности, при отделении молибдена от содержащих медь сульфидных минералов.

Предпосылки создания изобретения

WO 2004080599 раскрывает способ регулирования парциального давления кислорода при взаимном разделении минералов на различных технологических стадиях процесса разделения. Для того чтобы регулировать парциальное давление кислорода, газы, подаваемые на различных технологических стадиях, рециркулируют в, по существу, замкнутом контуре рециркуляции газа, созданном вокруг оборудования, применяемого на различных технологических стадиях, так что рециркуляцию газа контролируют путем измерения потенциала суспензии, содержащей представляющие ценность минералы.

WO 2015007955 раскрывает способ обработки газа в контуре флотации минералов, который поддерживают в по существу замкнутой атмосфере рециркулирующего газа. Находящийся под давлением технологический газ подают в качестве флотационного газа в одну или большее количество герметичных флотационных камер, которые поддерживают под избыточным давлением 0,2-1 кПа (2-10 мбар), предпочтительно 0,5-0,8 кПа (5-8 мбар). Технологический газ отбирают из верхних частей флотационных камер и рециркулируют в нагнетательный вентилятор, который повышает давление технологического газа и подает его обратно во флотационные камеры. Давление на всасывающей стороне нагнетательного вентилятора компенсируют с помощью буферной емкости для газа с контролируемым уровнем. Всасывающая сторона нагнетательного вентилятора в этом устройстве находится под слегка избыточным давлением, что повышает риск возникновения утечек в окружающую среду. Также помещение буферной емкости для газа в основной контур рециркуляции требует, чтобы емкость имела большой объем, ввиду большого количества протекающего газа, который следует скомпенсировать, что делает ее дорогой, а также трудно встраиваемой в схему установки, поскольку она занимает много места.

Сущность изобретения

Таким образом, целью данного изобретения является обеспечение способа и устройства для осуществления этого способа, которые позволяют смягчить вышеуказанные недостатки. Цели данного изобретения достигают с помощью способа и устройства, которые определены тем, что изложено в независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные формы воплощения данного изобретения раскрыты в зависимых пунктах формулы изобретения.

Использование замкнутого контура выравнивания давления, присоединенного к первичному контуру рециркуляции газа, позволяет регулировать давление рециркуляции флотационного газа при циркуляции флотационного газа в системе флотации минералов посредством первичного контура рециркуляции газа, включающего

средства подачи технологического газа в первичный контур рециркуляции газа;

компенсатор давления (устройство для поддержания давления), например, рециркуляционный компрессор или нагнетательный вентилятор, для повышения давления рециркулирующего потока флотационного газа;

трубопровод для подачи сжатого рециркулирующего флотационного газа в блоки флотационных камер и

всасывающий трубопровод для газа, для отбора флотационного газа из блока (блоков) флотационных камер и переноса его в компенсатор давления газа.

Флотационный газ, подаваемый в каждый из блоков флотационных камер, отбирают соответственно из газосборного пространства (не показано) устройства для флотации минералов, включающего блок (блоки) флотационных камер, с помощью газоотсасывающего трубопровода и рециркулируют обратно в блоки флотационных камер посредством компенсатора давления газа.

Данное изобретение основано на идее, что некоторую долю объема рециркулирующего флотационного газа можно отобрать из первичного контура рециркуляции газа путем выведения указанной доли объема рециркулирующего флотационного газа в "замкнутый контур выравнивания давления", с напорной стороны компенсатора давления газа, по "линии сброса". Замкнутый контур выравнивания давления поддерживают при постоянном, заданном уровне манометрического (избыточного) давления с помощью устройства для хранения газа и поглощения изменений давления, в частности, с помощью буферной емкости для газа.

Если давление в замкнутом контуре выравнивания давления превышает заданный уровень манометрического давления, устройство для хранения газа и поглощения изменений давления газа позволяет рециркулирующему флотационному газу втекать в указанное устройство, и этот объем газа расширяется внутри указанного устройства, поддерживая давление на заданном уровне. Если давление в замкнутом контуре выравнивания давления становится ниже заданного уровня манометрического давления, устройство для хранения газа и поглощения изменений давления газа позволяет рециркулирующему флотационному газу вытекать из указанного устройства, и объем газа внутри указанного устройства уменьшается, поддерживая давление газа на заданном уровне. Эти осцилляции объема газа внутри устройства гасят изменения уровня давления, если это необходимо, поддерживая давление газа в системе на желаемом

уровне. Конкретным примером устройства для хранения газа и поглощения изменений давления газа является буферная емкость для газа.

Замкнутый контур выравнивания давления дополнительно соединен с всасывающей стороной компенсатора давления газа посредством "линии всасывания", по которой газ может перетекать в направлении всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа. Линия всасывания включает средства понижения давления, для ограничения потока газа по линии всасывания и, возможно, для предотвращения обратного потока флотационного газа. Эти линии позволяют либо выводить избыточный флотационный газ, либо вводить его обратно в систему, если это необходимо, в то же время поддерживая давление газа в системе на желаемом уровне.

Соответственно флуктуации объема флотационного газа регулируют с помощью замкнутого контура выравнивания давления, включающего

устройство для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферную емкость для газа;

линию сброса для соединения напорной стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством для хранения газа и поглощения изменений давления газа, позволяющую выводить часть флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа; и

линию всасывания для соединения всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством для хранения газа и поглощения изменений давления газа либо непосредственно, либо посредством линии сброса, и для обеспечения возможности отбора флотационного газа, находящегося в устройстве для хранения газа и поглощения изменений давления газа и/или в линии сброса, во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии всасывания;

при этом линия всасывания включает средства снижения давления, для ограничения потока флотационного газа по линии всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа, то есть в трубопроводе всасывания газа, и, таким образом, в блоке (блоках) флотационных камер.

Краткое описание чертежей

Далее данное изобретение будет описано более подробно посредством предпочтительных примеров воплощения, со ссылкой на прилагаемые (сопровождающие) чертежи, в которых

фиг. 1 иллюстрирует первый пример данного устройства;

фиг. 2 иллюстрирует второй пример данного устройства;

фиг. 3 иллюстрирует третий пример данного устройства;

фиг. 4 иллюстрирует четвертый пример данного устройства;

фиг. 5 иллюстрирует пятый пример данного устройства;

фиг. 6 иллюстрирует шестой пример данного устройства;

фиг. 7 иллюстрирует седьмой пример данного устройства;

фиг. 8 иллюстрирует восьмой пример данного устройства;

фиг. 9 иллюстрирует девятый пример данного устройства;

фиг. 10 иллюстрирует десятый пример данного устройства;

фиг. 11 иллюстрирует одиннадцатый пример данного устройства;

фиг. 12 иллюстрирует двенадцатый пример данного устройства;

фиг. 13 иллюстрирует тринадцатый пример данного устройства.

Подробное описание изобретения

Предложен способ рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, включающий

подачу флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа в один или большее количество блоков 11, 12 флотационных камер;

отбор флотационного газа из газосборного пространства (пространств) устройства для флотации минералов, включающего блок (блоки) 11, 12 флотационных камер, и рециркуляцию отобранного флотационного газа обратно в блок (блоки) 11, 12 флотационных камер по первичному контуру рециркуляции газа, включающему компенсатор 40 давления газа;

обеспечение возможности вывода части объема рециркулирующего флотационного газа с напорной стороны первичного контура рециркуляции газа по линии 81 сброса в замкнутый контур выравнивания давления, включающий устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферную емкость для газа;

поддержание давления в замкнутом контуре выравнивания давления на заданном уровне манометрического давления путем использования устройства (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа;

обеспечение возможности отбора флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии 86 всасывания, включающей средства 76 понижения давления для ограничения потока газа по линии 86 всасывания, тем самым обеспечивая манометрический вакуум на указанной всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа и в блоке (блоках) 11, 12 флотационных камер; и

возможно, подачу технологического газа в первичный контур рециркуляции газа и/или в замкнутый контур выравнивания давления.

Данный способ позволяет регулировать давление газа в процессе флотации минералов, обеспечивая возможность выпуска избыточного флотационного газа в замкнутый контур выравнивания давления и его ввода обратно в систему флотации, если это необходимо, в то же время поддерживая давление в системе на желаемом уровне, путем использования устройства 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности, буферной емкости для газа, для регулирования давления в замкнутом контуре выравнивания давления и, в результате, давления на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа, в то время как средства 76 понижения давления обеспечивают поддержание давления на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа и, следовательно, в блоках флотационных камер, на уровне манометрического вакуума, то есть при отрицательном давлении относительно атмосферного давления окружающей среды, предпочтительно от 0,05 до 1,5 кПа (от 0,5 до 15 мбар), более предпочтительно от 0,1 до 1 кПа (от 1 до 10 мбар), еще более предпочтительно от 0,2 до 0,5 кПа (от 2 до 5 мбар).

Фиг. 1 и 2 изображают устройство для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов. На фиг. 2 подобные компоненты обозначены теми же номерами позиций, которые использовали на фиг. 1. Со ссылкой на фиг. 1 и 2 здесь также предложено устройство для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, включающее

первичный контур рециркуляции газа, включающий

на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа - газовый трубопровод 21 для подачи рециркулирующего флотационного газа в один или большее количество блоков 11, 12 флотационных камер,

компенсатор 40 давления газа для повышения давления в потоке флотационного газа в указанном трубопроводе 21 подачи газа,

на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа - трубопровод 26 всасывания газа для отбора флотационного газа из газосборного пространства (пространств) устройства для флотации минералов, включающего блок (блоки) 11, 12 флотационных камер, и переноса его в компенсатор 40 давления газа;

замкнутый контур выравнивания давления, включающий

устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферную емкость для газа,

линию 81 сброса для соединения напорной стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа для обеспечения возможности выведения части объема рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа, и

линию 86 всасывания для соединения всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа для обеспечения возможности отбора по линии 86 всасывания, флотационного газа, находящегося в устройстве 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа и/или в линии 81 сброса, во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа,

при этом линия 86 всасывания включает первые средства 76 понижения давления для ограничения потока флотационного газа по линии 86 всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на стороне всасывания первичного контура рециркуляции газа.

Линия 86 всасывания может быть соединена с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа либо непосредственно (как показано на фиг. 2), либо посредством линии 81 сброса (как показано на фиг. 1).

Термин "блок флотационных камер" при его использовании в данном описании относится к отдельной, индивидуальной флотационной камере или к группе, линии или ряду флотационных камер, то есть к последовательному расположению флотационных камер, где отходы обогащения из первой камеры перемещают в качестве сырья во вторую камеру и т.д., а отходы обогащения из последней камеры образуют окончательные отходы данной группы. Количество камер в группе изменяется в зависимости от размера камеры, применения и конфигурации схемы установки. Блоки 11, 12 флотационных камер данного устройства обычно представляют собой закрытые блоки флотационных камер, то есть герметично закрытые флотационные камеры, заключающие в себе токсичные газообразные побочные продукты.

Флотационный газ отбирают из газосборного пространства устройства для флотации минералов, содержащего флотационные камеры 11, 12, а затем снова рециркулируют во флотационные камеры по первичному контуру рециркуляции газа.

Газосборное пространство устройства для флотации минералов включает, в частности, свободное пространство (пространства) в верхней части флотационной камеры (камер). Газосборное пространство обычно дополнительно включает линии отбора пены, которые используют общее газовое пространство совместно с соответствующим блоком флотационных камер. Газосборное пространство дополнительно может еще включать свободное пространство отстойника для концентрата, где концентрат, полученный

в процессе флотации, собирают посредством указанных линий отбора пены. Термин "свободное пространство" относится к пространству блока флотационных камер между поверхностью вспениваемой жидкости и верхом камеры пенообразования блока флотационных камер. Свободное пространство может изменяться по его диаметру, высоте и объему.

После отбора из газосборного пространства устройства для флотации минералов, включающего флотационные камеры 11, 12, по трубопроводу 26 всасывания газа, давление рециркулируемого флотационного газа повышают с помощью компенсатора (нагнетателя) 40 давления газа, например компрессора или нагнетательного вентилятора, предпочтительно компрессора с гидравлическим поршнем, перед тем, как его снова подают во флотационные камеры 11, 12 по трубопроводу 21 подачи газа. Следует понимать, что устройство для рециркуляции газа снабжено необходимыми структурами, такими как трубопроводы, крышки, уплотнения, вентили, нагнетательные вентиляторы и т.д., необходимыми для обеспечения извлечения и рециркуляции газа и обеспечения его функционирования в системе, а также для выравнивания давления. Если это желательно, рециркулирующий флотационный газ можно очистить с помощью устройства для очистки газа, предпочтительно газового скруббера, включенного в любую часть системы рециркуляции газа, предпочтительно в первичный контур рециркуляции газа, с целью удаления твердых частиц и/или других опасных или нежелательных веществ, например, H_2S , из газа перед тем, как снова ввести его во флотационные камеры.

Замкнутый контур выравнивания давления, включенный в устройство рециркуляции газа, служит для регулирования давления флотационного газа в системе флотации. По желанию, некоторую долю объема флотационного газа выводят с напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления через линию 81 сброса. Расположение устройства 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности, буферной емкости для газа, в пределах вторичного контура рециркуляции газа, то есть замкнутого контура выравнивания давления, уменьшает объемы газа, с которыми необходимо вести работу посредством устройства 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа. Таким образом, необходимое оборудование становится, соответственно, заметно меньшим по сравнению с ситуацией, когда устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа расположено в первичной системе рециркуляции газа.

Количество выведенного флотационного газа выбирают таким образом, чтобы оно превышало количество технологического газа, добавленного после компенсатора давления газа, чтобы объем флотационного газа, направляемого во флотационные камеры, гарантированно не превышал объема потока, производимого компенсатором давления газа. Объем флотационного газа, проходящего через замкнутый контур выравнивания давления, обычно составляет от 2 до 50 об.%, предпочтительно от 5 до 20 об.% от общего объема флотационного газа, рециркулируемого по первичному контуру рециркуляции газа. Это гарантирует, что всасывающая сторона компенсатора 40 давления газа имеет дефицит по объему, что заставляет систему восполнять объем, снова засасывая газ, выведенный из замкнутого контура выравнивания давления по линии 86 всасывания, которая соединяет всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности с буферной емкостью для газа, что в свою очередь обеспечивает нахождение газосборных пространств флотационных камер под отрицательным давлением, задаваемым первыми средствами 76 понижения давления, для ограничения течения газа по линии всасывания.

Линия 81 сброса также может включать средства понижения давления флотационного газа, выводимого с напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к нему. Это обеспечивает значительную разницу давлений между всасывающей стороной и напорной стороной первичного контура рециркуляции газа. Дополнительно это обеспечивает необходимое давление на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа и, в частности, во флотационных камерах 11, 12, что позволяет осуществлять эффективное пенообразование. Обычно для продувки флотационного газа через флотационную камеру, содержащую по меньшей мере 2 м слой всплывшей суспензии, во флотационных камерах требуется избыточное давление от 0,03 до 0,15 МПа (от 0,3 до 1,5 бар).

Фиг. 3 изображает пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором линия 81 сброса включает вторые средства 71 понижения давления, для снижения давления флотационного газа, выведенного с напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления (или близко к нему). На фиг. 3 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на фиг. 1 и/или 2.

Вторые средства 71 снижения давления предпочтительно представляют собой регулирующий клапан, задачей которого является регулировать поток выводимого флотационного газа. Предпочтительно регулирующий клапан представляет собой понижающий давление регулирующий клапан.

Термин "средства понижения давления" при его использовании в данном описании и далее относится к отдельному устройству или к комбинации устройств, способных выполнять функции дроссельного устройства для газа, то есть ограничивать поток газа в газовой линии, где это устройство установлено, то есть в линии всасывания в случае первых средств понижения давления или в линии 81 сброса в

случае вторых средств понижения давления и, таким образом, понижать давление флотационного газа, протекающего по указанной газовой линии.

В линии 86 всасывания первые средства понижения давления снижают давление флотационного газа, протекающего от замкнутого контура выравнивания давления по линии 86 всасывания к всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа. Линия 86 всасывания, включающая первые средства понижения давления, позволяет регулировать давление газа и работу флотационных камер на уровне слабого манометрического вакуума. Это дополнительно ограничивает взаимный обмен газов между всасывающей стороной первичного контура рециркуляции газа, например трубопроводом 26 всасывания газа и блоком (блоками) 11, 12 флотационных камер, и замкнутым контуром выравнивания давления, за счет разности давлений, создаваемой средствами понижения давления.

Первые средства понижения давления могут дополнительно предотвращать неконтролируемый обратный поток флотационного газа в замкнутый контур выравнивания давления. В таком случае первые средства понижения давления могут включать блокирующее устройство, отрезающее обратный поток рециркулирующего флотационного газа в замкнутый контур выравнивания давления с всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа. Кроме того, первые средства понижения давления, предотвращая неконтролируемый обратный поток рециркулирующего флотационного газа, обеспечивают, чтобы неочищенный флотационный газ не выходил непосредственно в атмосферу, если замкнутый контур выравнивания давления соединен с атмосферой через устройство для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности, через буферную емкость для газа.

С помощью первых средств понижения давления блок (блоки) 11, 12 флотационных камер, в частности, газосборное пространство устройства для осуществления флотации минералов, включающее, например, свободные газовые пространства блока (блоков) 11, 12 флотационных камер, можно поддерживать под манометрическим вакуумом, предпочтительно от 0,05 до 1,5 кПа (от 0,5 до 15 мбар), более предпочтительно от 0,1 до 1 кПа (от 1 до 10 мбар), еще более предпочтительно от 0,2 до 0,5 кПа (от 2 до 5 мбар).

Вторые средства 71 понижения давления, если они входят в состав линии 81 сброса, снижают давление флотационного газа, протекающего от напорной стороны первичного контура рециркуляции газа по линии 81 сброса к замкнутому контуру выравнивания давления. Линия 81 сброса, включающая вторые средства 71 понижения давления, обеспечивает работу напорной стороны первичного контура рециркуляции при давлении, отличном от давления в замкнутом контуре выравнивания давления.

Средства понижения давления могут представлять собой жесткий диск или цилиндр, имеющий отверстие по центральной цилиндрической оси. Размер просвета отверстия по диаметру и длине выбирают таким образом, чтобы гарантировать соответствующее ограничение потока газа в отношении снижения давления на стороне линии всасывания, обращенной к флотационной камере. Желаемое давление можно регулировать, регулируя диаметр отверстия. Что касается других примеров средств понижения давления, то это может быть мембрана или блок с неподвижным слоем насадки. Тип мембраны или материал слоя насадки выбирают таким образом, чтобы обеспечить соответствующее ограничение потока газа в отношении снижения давления на стороне линии всасывания, обращенной к флотационным камерам. Что касается еще одного примера средств понижения давления, то они могут представлять собой понижающий давление клапан (редуктор). Для обеспечения желаемого давления понижающий давление клапан может быть регулируемым, либо вручную, либо автоматически. Примеры подходящих средств понижения давления дополнительно включают, не ограничиваясь этим, диффузоры, сужения труб, сужающие сечение диафрагмы, ограничивающие поток мембраны и ограничивающие поток блоки с неподвижным слоем насадки. Если применяют съемный диффузор или ограничивающий поток блок с неподвижным слоем насадки, то длина диффузора или ограничивающего поток блока с неподвижным слоем насадки, соответственно, предпочтительно составляет менее 3 м.

В качестве альтернативы средства понижения давления могут представлять собой регулирующий клапан. Регулирующий клапан используют для регулирования потока флотационного газа, который можно отобрать во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии 86 всасывания, а также для предотвращения неконтролируемого обратного потока рециркулирующего флотационного газа. Степень частичного открытия клапана можно использовать для обеспечения желаемого давления. Открытие и закрытие регулирующего клапана предпочтительно осуществляют автоматически, в виде отклика на управляющие сигналы, полученные от всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа. В случае, если по какой-либо причине имеется обратный поток рециркулирующего флотационного газа, регулирующий клапан будет перекрывать поток в замкнутый контур выравнивания давления.

Средства понижения давления, особенно если они предназначены для предотвращения обратного потока флотационного газа, могут быть обеспечены в виде комбинации устройств. Таким образом, они предпочтительно включают дроссельное устройство для газа и блокирующее устройство. Дроссельное устройство для газа может быть постоянно установлено и смонтировано в линии 86 всасывания, или оно может быть сменным. Блокирующее устройство может быть расположено на любой стороне от дроссельного устройства; предпочтительно блокирующее устройство располагают между дроссельным уст-

ройством для газа и атмосферой. Дроссельное устройство может, например, представлять собой жесткий диск или цилиндр, имеющий отверстие по центральной оси. Размер просвета отверстия по диаметру или длине выбирают таким образом, чтобы обеспечить соответствующее ограничение по снижению давления газового потока в линии всасывания со стороны флотационной камеры. Желаемое давление можно регулировать, регулируя диаметр отверстия. В качестве другого примера дроссельного устройства для газа может выступать мембрана или блок с неподвижным слоем насадки. Тип мембраны или материал насадки в слое выбирают таким образом, чтобы гарантировать соответствующее ограничение газового потока в отношении снижения давления в линии всасывания со стороны флотационной камеры. В качестве еще одного примера дроссельное устройство для газа может представлять собой понижающий давление клапан. Для обеспечения желаемого давления понижающий давление клапан может быть регулируемым либо вручную, либо автоматически. Примеры подходящих дроссельных устройств включают, не ограничиваясь этим, диффузоры, сужения труб, сужающие сечение диафрагмы, ограничивающие поток мембраны и ограничивающие поток блоки с неподвижным слоем насадки. Если применяют сменный диффузор или ограничивающий поток блок с неподвижным слоем насадки, то длина диффузора или ограничивающего поток блока с неподвижным слоем насадки, соответственно, предпочтительно составляет менее 3 м. Примеры подходящих блокирующих устройств включают, не ограничиваясь этим, обратные клапаны, запорные клапаны и устройства, препятствующие возникновению обратного потока.

Примером отдельного устройства средств понижения давления, для ограничения потока газа и предотвращения обратного потока флотационного газа от всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления является гидрозатвор. Если используют гидрозатвор, то глубина гидрозатвора задает предел давления, которое затем становится необходимым манометрическим вакуумом в газосборном пространстве флотационной камеры, чтобы газ протекал из линии 81 выпуска по направлению к флотационным камерам.

Термин "замкнутый" применительно к термину "замкнутый контур выравнивания давления" относится к тому факту, что замкнутый контур выравнивания давления не соединен непосредственно с атмосферой, чтобы предотвратить возможность потери или смешивания с воздухом части флотационного газа, направляемого в замкнутый контур выравнивания давления, что потенциально могло бы привести к введению воздуха/кислорода в систему. Замкнутый контур выравнивания давления может быть связан с атмосферой опосредованно, например, по линии выпуска, содержащей средства, позволяющие выпускать флотационный газ из контура, но предотвращать приток атмосферного воздуха в контур, и, таким образом, предотвращать смешивание флотационного газа с воздухом. Замкнутый контур выравнивания давления, в частности устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферная емкость для газа, включенное в состав замкнутого контура выравнивания давления, предпочтительно является герметично закрытым, чтобы гарантировать отсутствие неконтролируемого поступления воздуха/кислорода в систему.

Обычно желательно, чтобы устройство рециркуляции газа включало выпускную линию для соединения устройства с атмосферой, чтобы можно было выпускать избыток флотационного газа из системы и/или мгновенно снижать давление газа в системе в случае угрозы аварийной ситуации. Данные способ и устройство позволяют выбирать такое расположение выпускной линии, которое наилучшим образом соответствует индивидуальным требованиям системы.

Фиг. 4 изображает пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором использована выпускная линия в замкнутый контур выравнивания давления. На фиг. 4 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любом из фиг. 1-3. Со ссылкой на фиг. 4 замкнутый контур выравнивания давления включает первичную линию 90 выпуска для выпуска рециркулирующего флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления в атмосферу, если это необходимо.

Как показано на фиг. 4, первичная линия выпуска предпочтительно соединяет устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, например буферную емкость для газа, с атмосферой, чтобы замкнутый контур выравнивания давления оставался в достаточной степени отделенным от атмосферы. Как дополнительно показано на фиг. 3, первичная линия 90 выпуска предпочтительно включает устройство 92 для очистки газа, предпочтительно газовый скруббер, например скруббер с неподвижным слоем насадки, для очистки выпускаемого газа перед сбросом его в атмосферу по дымовой трубе 93.

Со ссылкой на фиг. 4 первичная линия 90 выпуска предпочтительно дополнительно включает средства 91 регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления. Предпочтительно указанные средства 91 регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа в замкнутый контур выравнивания давления представляют собой регулирующийся клапан.

Фиг. 5 показывает пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором замкнутый контур выравнивания давления включает первичную линию 90 выпус-

ка, а линия 81 сброса включает средства 71 понижения давления, для снижения давления флотационного газа, выводимого с напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления, или близко к нему. На фиг. 5 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любом из фиг. 1-4. Со ссылкой на фиг. 5, первичная линия выпуска соединяет устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, например буферную емкость для газа, с атмосферой, чтобы замкнутый контур выравнивания давления оставался в достаточной степени отделенным от атмосферы. Как дополнительно показано на фиг. 5, первичная линия 90 выпуска включает устройство 92 для очистки газа, предпочтительно газовый скруббер, например, скруббер с неподвижным слоем насадки, для очистки выпущенного газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 93. Первичная линия 90 выпуска также дополнительно содержит средства 91 регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления. Предпочтительно указанные средства 91 регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления представляют собой регулирующий клапан.

Это устройство обеспечивает работу напорной стороны первичного контура рециркуляции и замкнутого контура выравнивания давления при разных уровнях давления, и при этом можно осуществить выпуск избытка флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления. Кроме того, это сводит к минимуму объем выпущенного флотационного газа.

В качестве альтернативы (как показано на фиг. 6), или дополнительно (не показано), первичный контур рециркуляции газа может включать вторичную линию 95 выпуска, для выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа в атмосферу, если это необходимо. На фиг. 6 подобные компоненты обозначены теми же номерами позиций, которые применялись на любом из фиг. 1-5.

Поскольку полезно очищать выпускаемый газ перед сбросом его в атмосферу, вторичная линия 95 выпуска предпочтительно включает устройство 97 для очистки газа, предпочтительно газовый скруббер, например, скруббер с неподвижным слоем насадки, для очистки выпускаемого газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 98. Предпочтительно вторичная линия выпуска дополнительно включает средства 96 регулирования выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции. Предпочтительно указанные средства 95 регулирования выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции представляют собой регулирующий клапан.

Вторичная линия 95 выпуска, соединяющая напорную сторону первичного контура рециркуляции газа с атмосферой, позволяет непосредственно рассчитать газовые потоки в системе рециркуляции газа, так как выпускаемый газ перемещают под действием значительного избыточного давления, что дает возможность измерить расход газа и, таким образом, позволяет рассчитать удаленный объем.

В качестве другой альтернативы, как показано на фиг. 7, первичный контур рециркуляции газа может включать вторичную линию 95 выпуска, в то время как линия 81 сброса включает средства 71 понижения давления, для снижения давления флотационного газа, выводимого из напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к нему. На фиг. 7 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любом из фиг. 1-6. Со ссылкой на фиг. 6, вторичная линия выпуска соединяет напорную сторону первичного контура рециркуляции газа с атмосферой. Как дополнительно показано на фиг. 6, полезно очищать выпускаемый газ перед сбросом его в атмосферу, и, таким образом, вторичная линия 95 выпуска предпочтительно включает устройство 97 для очистки газа, предпочтительно газовый скруббер, например скруббер с неподвижным слоем насадки, для очистки выпускаемого газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 98. Вторичная линия 95 выпуска дополнительно включает также средства 96 регулирования выпуска флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа. Предпочтительно указанные средства 96 регулирования выпуска флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа представляют собой регулирующий клапан.

Это устройство обеспечивает работу напорной стороны первичного контура рециркуляции газа и замкнутого контура выравнивания давления при разных уровнях давления, при этом из первичного контура рециркуляции можно осуществить выпуск избыточного флотационного газа. Кроме того, это позволяет быстрее выпускать флотационный газ и легче проводить точное измерение выпущенного флотационного газа.

Фиг. 8 показывает пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором замкнутый контур выравнивания давления содержит первичную линию 90 выпуска, включающую средства 91 регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления, соединяющую устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, например буферную емкость для газа, с атмосферой, для

выпуска рециркулирующего флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления в атмосферу; но первичная линия 90 выпуска не содержит средств 92 очистки газа, для очистки выпущенного газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 93. В таком случае полезно, чтобы линия 86 всасывания включала первые средства 76' понижения давления, при этом указанные первые средства 76' понижения давления дополнительно оборудованы для предотвращения обратного потока флотационного газа из всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, чтобы предотвратить непредвиденный выброс неочищенного флотационного газа из системы рециркуляции газа. На фиг. 8 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любом из фиг. 1-7. Поскольку желательно очищать выпускаемый газ перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 98 и поскольку первичная линия 90 выпуска, показанная на фиг. 8, не содержит устройства 92 для очистки газа, устройство 99 для очистки газа включено в линию 81 сброса, для очистки флотационного газа перед тем, как он поступает в первичную линию 89 выпуска. Таким образом, первые средства 76' понижения давления используются для предотвращения обратного потока неочищенного флотационного газа в атмосферу.

Так как часть флотационного газа выводится из первичного контура рециркуляции газа по линии 81 сброса, соответствующий объем флотационного газа необходимо возместить, всасывая большее количество флотационного газа в направлении флотационных камер 11, 12, через линию 86 всасывания и первые средства 76 понижения давления. Обратное всасывание флотационного газа через первые средства 76 понижения давления будет вызывать снижение давления в газосборном пространстве (газосборных пространствах) флотационных камер 11, 12 до уровня более низкого, чем в замкнутом вторичном контуре выравнивания и/или чем в окружающей атмосфере. Это обеспечивает преимущество работы флотационных камер с принудительным протоком воздуха при заданном манометрическом вакууме в газосборном пространстве. Указанный манометрический вакуум вызван всасыванием компенсатора 40 давления газа, с которым соединен трубопровод 26 всасывания газа. Кроме того, если часть рециркулирующего флотационного газа выводят из первичного контура рециркуляции газа, то система способна постоянно выравнивать свой внутренний объем/давление за счет резерва флотационного газа, находящегося в замкнутом контуре выравнивания давления, ввиду разности между количеством газа, который выводят в линию 81 выпуска, и количеством газа, который всасывают обратно по линии всасывания. Любой избыточный объем, который не может быть связан с работой устройства 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, находящегося в замкнутом контуре выравнивания давления, можно вывести из системы рециркуляции газа в атмосферу, и любое уменьшение объема будет автоматически скомпенсировано увеличенным всасыванием газа из замкнутого контура выравнивания давления в первичный контур рециркуляции газа.

В процесс флотации минералов можно добавлять технологический газ, чтобы регулировать количество флотационного газа в системе и/или уровень кислорода во флотационном газе, и/или электрохимический потенциал суспензии, и/или чтобы вывести флотационный газ с нежелательным газообразным побочным продуктом, например H_2S , который мог образоваться в блоке (блоках) 11, 12 флотационных камер. Использование инертного газа в качестве флотационного газа снижает потребление флотационных химикатов, например $NaHS$, при флотации минералов.

Технологический газ добавляют в систему рециркуляции газа, если это необходимо. Технологический газ при необходимости добавляют либо в первичный контур рециркуляции газа, либо в замкнутый контур выравнивания давления, либо в оба эти контура, если это желательно. Соответственно, данное устройство может включать средства для подачи технологического газа в первичный контур рециркуляции газа и/или в замкнутый контур выравнивания давления. Предпочтительно технологический газ подают в замкнутый контур выравнивания давления, в частности в непосредственной близости от устройства 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа. Добавление газа в замкнутый контур выравнивания давления не вызывает флуктуации давления на напорной или всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа. Стабильность давления в указанном первичном контуре рециркуляции газа является желательной для осуществления процесса.

Введение технологического газа через средства 30 вызывает увеличение общего объема флотационного газа, которое затем может быть скомпенсировано выводом флотационного газа через линию 81 сброса и/или линию 86 выпуска. Это можно регулировать, по желанию, посредством действия средств понижения давления, например регулирующего клапана, входящего в состав линии 81 сброса и/или линии 86 выпуска, соответственно.

В соответствии с данным способом и устройством флотационный газ сначала подают в систему рециркуляции газа в виде сжатого технологического газа, подаваемого во флотационные камеры 11, 12, и рециркулируют (его) из всех флотационных камер в системе. Флотационный газ предпочтительно является дефицитным по кислороду, то есть он или не содержит кислорода или содержит объемную долю газообразного кислорода, которая ниже, чем объемная доля газообразного кислорода в окружающем воздухе. Флотационный газ предпочтительно представляет собой инертный газ, который по существу не содержит газообразного кислорода или имеет лишь очень низкое содержание газообразного кислорода. В одном из предпочтительных примеров воплощения флотационный газ по существу состоит из инертного

газа или имеет очень высокое содержание инертного газа, например азота, аргона, гелия и/или диоксида углерода; при этом газообразный азот является особенно предпочтительным в качестве инертного газа. Однако исходно флотационный газ может представлять собой окружающий воздух, который в ходе процесса обедняется по кислороду по мере того, как он поглощается в реакциях между флотационным реагентом и подаваемым сырьем. Флотационный газ предпочтительно содержит по меньшей мере 85 об.% инертного газа, который может представлять собой смесь нескольких инертных газообразных компонентов, более предпочтительно по меньшей мере 90 об.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 95 об.% и наиболее предпочтительно флотационный газ состоит по существу только из инертного газа. Если флотационный газ включает некоторое количество газообразного кислорода, это должно быть, как уже отмечено, лишь небольшое количество. Предпочтительно флотационный газ содержит не более 15 об.% кислорода, более предпочтительно не более 10 об.% кислорода и еще более предпочтительно не более 5 об.% кислорода.

Технологический газ обычно добавляют в устройство для рециркуляции газа в количестве, которое необходимо для поддержания количества флотационного газа на желаемом уровне. Добавленный технологический газ может представлять собой любой из газов, которые обсуждались выше в контексте флотационного газа, в частности инертный газ, например азот.

Технологический газ предпочтительно подают в устройство для рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления. Если технологический газ подают в устройство для рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, его можно вводить в любую подходящую часть замкнутого контура выравнивания давления, предпочтительно в устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, например, в буферную емкость для газа, линию 81 сброса или линию 86 всасывания. Это предотвращает возникновение возмущений в первичном контуре рециркуляции газа.

Предпочтительно технологический газ подают в замкнутый контур выравнивания давления, в частности в устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, так как это предотвращает возникновение возмущений манометрического давления в первичном контуре рециркуляции газа. Фиг. 9 иллюстрирует пример данного устройства, в котором технологический газ подают в устройство для рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления.

Со ссылкой на фиг. 9 приведен пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором замкнутый контур выравнивания давления включает средства 30 для подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления. На фиг. 9 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любой из фиг. 1-8. Как показано на фиг. 9, средства 30 для подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления предпочтительно расположены для подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления, в линии 86 всасывания, более предпочтительно между устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферной емкостью для газа, и точкой соединения линии 86 всасывания с первичным контуром рециркуляции газа, наиболее предпочтительно вблизи устройства 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, например буферной емкости для газа; в частности между первыми средствами 76 понижения давления и устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, например буферной емкостью для газа. Контроль за добавлением технологического газа предпочтительно осуществляют по уровню поверхности в устройстве 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа; таким образом, желателен добавлять технологический газ вблизи точки измерения, чтобы можно было проводить точные измерения.

В качестве альтернативы или в дополнение технологический газ можно подавать в устройство для рециркуляции газа в первичный контур рециркуляции газа. Технологический газ можно добавлять либо до, либо после рециркуляционного компрессора 40. Таким образом, если технологический газ подают в устройство для рециркуляции газа в первичный контур рециркуляции газа, его вводят в первичный контур рециркуляции газа либо на всасывающей стороне рециркуляционного компрессора, либо на напорной стороне рециркуляционного компрессора 40. Если в качестве рециркуляционного компрессора применяют компрессор с гидравлическим поршнем, технологический газ предпочтительно вводят в первичный контур рециркуляции газа на напорной стороне рециркуляционного компрессора.

Фиг. 10 иллюстрирует пример данного устройства, в котором технологический газ подают в устройство для рециркуляции газа на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа. На фиг. 10 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на одном из фиг. 1-9.

Со ссылкой на фиг. 10 представлен альтернативный пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором первичный контур рециркуляции газа включает средства 30 обеспечения технологического газа в первичный контур рециркуляции газа. Как показано на фиг. 10, средства 30 обеспечения технологического газа в первичный контур рециркуляции газа предпочтительно расположены для подачи технологического газа в первичный контур рециркуляции газа, между точкой присоединения линии 86 всасывания и компенсатором 40 давления газа.

Фиг. 11 иллюстрирует пример данного устройства, в котором технологический газ подают в устройство для рециркуляции газа на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа. На фиг. 11

подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любой из фиг. 1-10.

Со ссылкой на фиг. 11 приведен альтернативный пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, в котором первичный контур рециркуляции газа содержит средства 30 обеспечения технологического газа в первичный контур рециркуляции газа. Как показано на фиг. 11, средства 30 обеспечения технологического газа в первичный контур рециркуляции газа преимущественно расположены для подачи технологического газа в первичный контур рециркуляции газа после компенсатора 40 давления газа и после точки присоединения линии 81 сброса.

Фиг. 12 изображает особенно предпочтительный пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, включающего первичный контур рециркуляции газа, включающий

на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа - трубопровод 21 подачи газа для обеспечения рециркулирующего флотационного газа в один или большее количество блоков 11, 12 флотационных камер,

компенсатор 40 давления газа для повышения давления в потоке рециркулирующего флотационного газа в указанном трубопроводе подачи газа,

на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа - трубопровод 26 всасывания газа, для отбора флотационного газа из газосборного пространства (газосборных пространств) устройства для проведения флотации минералов, включающего блок (блоки) 11, 12 флотационных камер, и перемещения его в компенсатор 40 давления газа;

замкнутый контур выравнивания давления, включающий

устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности буферную емкость для газа,

линию 81 сброса для соединения напорной стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа для обеспечения возможности вывода части объема рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа; при этом линия 81 сброса включает вторые средства 71 понижения давления, для снижения давления флотационного газа, выведенного с напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к этому уровню; и

линию 86 всасывания для соединения всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа либо непосредственно, либо посредством линии 81 сброса, для обеспечения возможности отбора флотационного газа, присутствующего в устройстве 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа и/или в линии 81 сброса, во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии 86 всасывания; при этом линия 86 всасывания включает первые средства 76 понижения давления, для ограничения потока флотационного газа по линии 86 всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа,

средства 30 обеспечения технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления у линии 86 всасывания, и

первичную линию 90 выпуска, соединяющую устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа с атмосферой, для выпуска рециркулирующего флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления в атмосферу; при этом первичная линия 90 выпуска включает регулирующий клапан 91 для регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления, и устройство 92 для очистки газа для очистки выпускаемого газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 93. На фиг. 12 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любой из фиг. 1-11.

Фиг. 13 изображает альтернативный предпочтительный пример устройства для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, включающего

первичный контур рециркуляции газа, включающий

на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа - трубопровод 21 подачи газа для обеспечения рециркулирующего флотационного газа в один или большее количество блоков 11, 12 флотационных камер,

компенсатор 40 давления газа для повышения давления в потоке рециркулирующего флотационного газа в указанном трубопроводе подачи газа,

на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа трубопровод 26 всасывания газа для отбора флотационного газа из газосборного пространства (газосборных пространств) установки для флотации минералов, включающей блок (блоки) 11, 12 флотационных камер, и перемещения его к компенсатору 40 давления газа, и

вторичную линию 95 выпуска, соединяющую напорную сторону первичного контура рециркуляции газа с атмосферой, для выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рецирку-

ляции газа в атмосферу, при этом вторичная линия 95 выпуска включает регулирующий клапан 96, для регулирования выпуска флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа, а также устройство 97 для очистки газа, для очистки выпущенного газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу 98;

замкнутый контур выравнивания давления, включающий

устройство 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности, буферную емкость для газа,

линию 81 сброса для соединения напорной стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа для обеспечения возможности вывода части объема рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа, при этом линия 81 сброса включает вторые средства 71 понижения давления, для снижения давления флотационного газа, выведенного из напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к этому уровню; и

линию 86 всасывания для соединения всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа, либо непосредственно, либо посредством линии 81 сброса, для обеспечения возможности отбора флотационного газа, находящегося в устройстве 60 для хранения газа и поглощения изменений давления газа и/или в линии 81 сброса, во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии 86 всасывания, при этом линия 86 всасывания включает первые средства 76 понижения давления, для ограничения протекания флотационного газа по линии всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа; и

средства 30 обеспечения подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления у линии 86 всасывания. На фиг. 13 подобные компоненты обозначены такими же номерами позиций, которые применялись на любом из фиг. 1-12.

Для специалиста будет очевидно, что по мере развития технологии, замысел изобретения можно будет осуществить различными путями. Данное изобретение и примеры его воплощения не ограничены вышеописанными примерами, но могут изменяться в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов, включающее первичный контур рециркуляции газа, включающий на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа трубопровод (21) для подачи газа для обеспечения рециркуляции флотационного газа по меньшей мере в один блок (11, 12) флотационных камер,

компенсатор (40) давления газа для повышения давления рециркулирующего потока флотационного газа в указанном трубопроводе (21) для подачи газа,

на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа трубопровод (26) для всасывания газа, для отбора флотационного газа из по меньшей мере одного газосборного пространства установки флотации минералов, включающей указанный по меньшей мере один блок (11, 12) флотационных камер, и переноса его в компенсатор (40) давления газа;

отличающееся тем, что устройство дополнительно включает

замкнутый контур выравнивания давления, включающий

устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа,

линию (81) сброса для соединения напорной стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа, позволяющую выводить часть объема рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа, и

линию (86) всасывания для соединения всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа с устройством (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа либо непосредственно, либо посредством линии (81) сброса, для обеспечения возможности отбора флотационного газа, находящегося в устройстве (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа и/или в линии (81) сброса, во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии (86) всасывания;

при этом линия (86) всасывания включает первые средства (76) понижения давления для ограничения потока флотационного газа по линии (86) всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа.

2. Устройство по п.1, в котором устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа представляет собой буферную емкость для газа.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором каждый блок флотационных камер представляет собой герметичный блок флотационных камер.

4. Устройство по любому из пп.1-3, в котором первые средства (76) понижения давления дополнительно предотвращают неконтролируемый обратный поток рециркулирующего флотационного газа из

всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления.

5. Устройство по любому из пп.1-4, в котором первые средства (76) понижения давления обеспечивают совместно с устройством (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа, в частности с буферной емкостью для газа, манометрический вакуум от 0,05 до 1,5 кПа (от 0,5 до 15 мбар), предпочтительно от 0,1 до 1 кПа (от 1 до 10 мбар), более предпочтительно от 0,2 до 0,5 кПа (от 2 до 5 мбар) на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции.

6. Устройство по любому из пп.1-5, в котором первые средства (76) понижения давления представляют собой гидрозатвор.

7. Устройство по любому из пп.1-6, в котором первые средства (76) понижения давления включают дроссельное устройство и блокирующее устройство.

8. Устройство по п.7, в котором дроссельное устройство выбрано из группы, состоящей из диффузоров, сужений труб, сужающих сечение диафрагм, ограничивающих поток мембран и ограничивающих поток блоков с неподвижным слоем насадки.

9. Устройство по п.7 или 8, в котором блокирующее устройство выбрано из обратных клапанов, запорных клапанов и устройств, препятствующих возникновению обратного потока.

10. Устройство по любому из пп.1-6, в котором первые средства (76) понижения давления представляют собой регулирующий клапан.

11. Устройство по любому из пп.1-10, в котором линия (81) сброса включает вторые средства (71) понижения давления для снижения давления флотационного газа, выводимого из напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к этому уровню.

12. Устройство по п.11, в котором вторые средства (71) понижения давления представляют собой регулирующий клапан, предпочтительно понижающий давление регулирующий клапан.

13. Устройство по любому из пп.1-12, в котором по меньшей мере одно газосборное пространство установки для флотации минералов, содержащей по меньшей мере одну флотационную камеру, включает свободный объем указанной по меньшей мере одной флотационной камеры.

14. Устройство по п.13, в котором указанное по меньшей мере одно газосборное пространство установки для флотации минералов, содержащей по меньшей мере одну флотационную камеру, дополнительно включает по меньшей мере одну линию отбора пены, которая использует общее газовое пространство совместно с указанным по меньшей мере одним блоком флотационных камер.

15. Устройство по п.13 или 14, в котором указанное по меньшей мере одно газосборное пространство установки для флотации минералов, содержащей по меньшей мере одну флотационную камеру, дополнительно включает свободное пространство сборника концентрата, в котором собирают концентрат минерала, полученный в результате процесса флотации минералов.

16. Устройство по любому из пп.1-12, в котором по меньшей мере одно газосборное пространство установки для флотации минералов, содержащей по меньшей мере одну флотационную камеру, включает свободное пространство флотационной камеры, по меньшей мере одну линию отбора пены, которая использует общее газовое пространство совместно с указанной по меньшей мере одной флотационной камерой, и свободное пространство сборника концентрата, в котором посредством указанной по меньшей мере одной линии отбора пены собирают концентрат минерала, полученный в результате процесса флотации минералов.

17. Устройство по любому из пп.1-16, где данное устройство дополнительно включает линию выпуска для выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа и/или из вторичного контура рециркуляции газа.

18. Устройство по п.17 в котором замкнутый контур выравнивания давления включает первичную линию (90) выпуска для выпуска рециркулирующего флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления.

19. Устройство по п.18, в котором первичная линия (90) выпуска соединяет устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа с атмосферой и включает средства (91) регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа.

20. Устройство по п.19, в котором первичная линия (90) выпуска включает устройство (92) для очистки газа для очистки выпущенного флотационного газа перед сбросом его в атмосферу.

21. Устройство по п.19 или 20, в котором средства (91) регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа представляют собой регулирующий клапан.

22. Устройство по п.17, в котором первичный контур рециркуляции газа включает вторичную линию (95) выпуска для выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа.

23. Устройство по п.22, в котором вторичная линия выпуска находится на напорной стороне первичного контура рециркуляции газа.

24. Устройство по п.22 или 23, в котором вторичная линия (95) выпуска включает средства (96) регулирования выпуска флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа.

25. Устройство по п.24, которое включает устройство (97) для очистки газа для очистки выпущенного флотационного газа перед сбросом его в атмосферу.

26. Устройство по п.24 или 25, в котором средства (96) регулирования выпуска флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа представляют собой регулирующий клапан.

27. Устройство по любому из пп.1-26, которое дополнительно включает средства (30) подачи технологического газа в первичный контур рециркуляции газа и/или в замкнутый контур выравнивания давления, предпочтительно в замкнутый контур выравнивания давления.

28. Устройство по п.27, в котором замкнутый контур выравнивания давления включает средства (30) подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления.

29. Устройство по п.1,

в котором линия (81) сброса включает вторые средства (71) понижения давления для снижения давления флотационного газа, выведенного из напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к нему, и

в котором линия (86) всасывания включает первые средства (76) понижения давления для ограничения потока флотационного газа по линии (86) всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на стороне всасывания первичного контура рециркуляции газа;

и в котором замкнутый контур выравнивания давления дополнительно включает

средства (30) подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления у линии (86) всасывания и

первичную линию (90) выпуска, соединяющую устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа с атмосферой, для выпуска рециркулирующего флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления в атмосферу, при этом первичная линия (90) выпуска включает регулирующий клапан (91) для регулирования выпуска флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления, и устройство (92) для очистки газа для очистки выпущенного газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу (93).

30. Устройство по п.1, в котором

первичный контур рециркуляции газа дополнительно включает вторичную линию (95) выпуска, соединяющую напорную сторону первичного контура рециркуляции газа с атмосферой, для выпуска рециркулирующего флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа в атмосферу, при этом вторичная линия (95) выпуска включает регулирующий клапан (96) для регулирования выпуска флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа и предотвращения неконтролируемого обратного потока выпущенного флотационного газа обратно в замкнутый контур выравнивания давления, и устройство (97) для очистки газа для очистки выпущенного газа перед сбросом его в атмосферу через дымовую трубу (98); и

в котором линия (81) сброса включает вторые средства (71) понижения давления для снижения давления флотационного газа, выведенного из напорной стороны первичного контура рециркуляции газа в замкнутый контур выравнивания давления, до уровня давления в замкнутом контуре выравнивания давления или близко к этому уровню, и

в котором линия (86) всасывания включает первые средства (76) понижения давления для ограничения потока флотационного газа через линию (86) всасывания, тем самым поддерживая и/или обеспечивая манометрический вакуум на всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа, и

в котором замкнутый контур выравнивания давления дополнительно включает средства (30) подачи технологического газа в замкнутый контур выравнивания давления у линии (86) всасывания.

31. Устройство по любому из пп.1-30, в котором устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа представляет собой буферную емкость для газа.

32. Способ рециркуляции флотационного газа в процессе флотации минералов в устройстве по п.1, включающий

подачу флотационного газа из первичного контура рециркуляции газа по меньшей мере в один блок флотационных камер;

отбор флотационного газа из по меньшей мере одного газосборного пространства установки для флотации минералов, включающей указанный по меньшей мере один блок флотационных камер, и рециркуляцию отобранного флотационного газа обратно в указанный по меньшей мере один блок флотационных камер посредством первичного контура рециркуляции газа, содержащего компенсатор давления газа, отличающийся тем, что

обеспечивают выпуск части объема рециркулирующего флотационного газа из напорной стороны первичного контура рециркуляции газа по линии сброса в замкнутый контур выравнивания давления, включающий устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа;

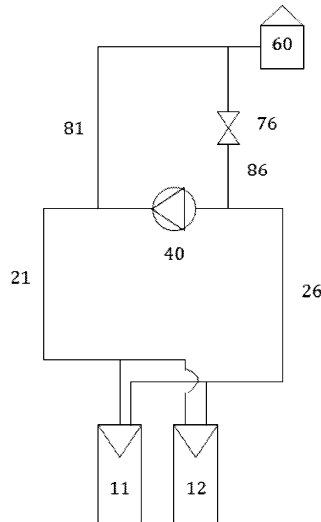
поддерживают давление в замкнутом контуре выравнивания давления на заданном уровне манометрического

метрического давления путем использования устройства (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа;

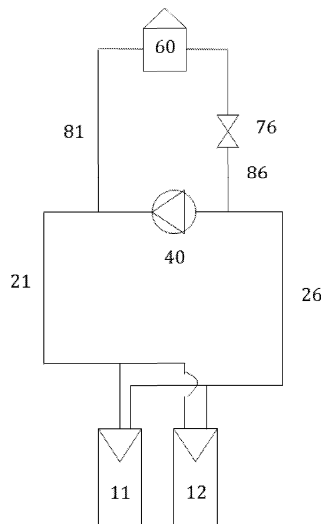
обеспечивают отбор флотационного газа из замкнутого контура выравнивания давления во всасывающую сторону первичного контура рециркуляции газа по линии (86) всасывания, включающей средства (76) понижения давления, для ограничения потока газа по линии (86) всасывания и предотвращения обратного потока флотационного газа из всасывающей стороны первичного контура рециркуляции газа, тем самым обеспечивая манометрический вакуум на указанной всасывающей стороне первичного контура рециркуляции газа и в указанном по меньшей мере одном блоке флотационных камер.

33. Способ по п.32, в котором устройство (60) для хранения газа и поглощения изменений давления газа представляет собой буферную емкость для газа.

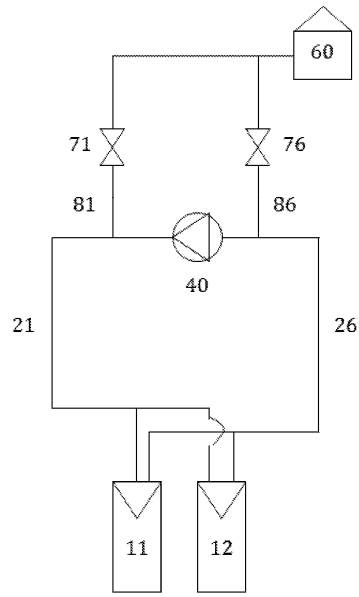
34. Способ по п.32 или 33, в котором обеспечивают подачу технологического газа в первичный контур рециркуляции газа и/или в замкнутый контур выравнивания давления.



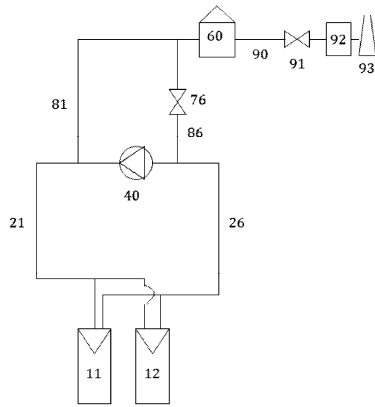
Фиг. 1



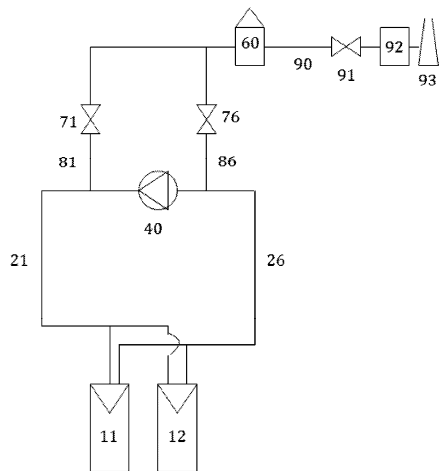
Фиг. 2



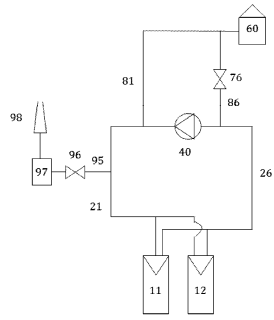
Фиг. 3



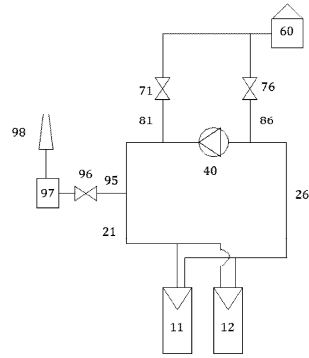
Фиг. 4



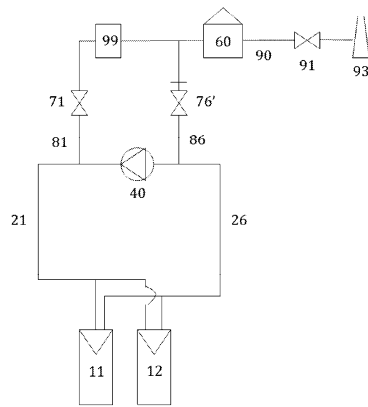
Фиг. 5



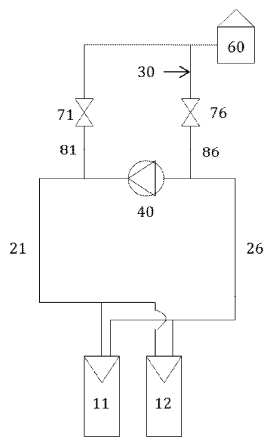
Фиг. 6



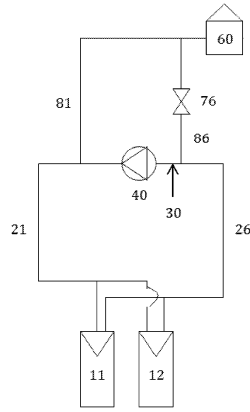
Фиг. 7



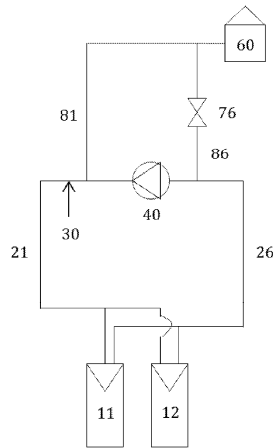
Фиг. 8



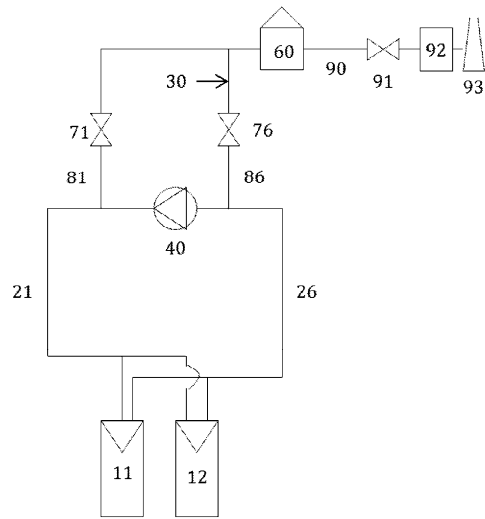
Фиг. 9



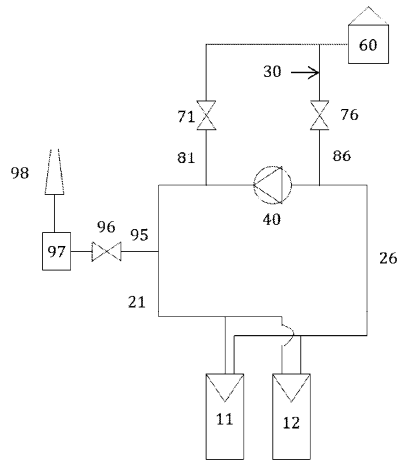
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13