



(12) **Описание изобретения**
К ПАТЕНТУ

1

(21) 97000472
(22) 22.11.95
(31) 9404061-5
(32) 23.11.94
(33) SE
(46) 01.07.2002, Бюл.№2 (26)
(86) PCT/SE 95/01392
(72) Одд Э.БЪЯРНЭ, Гейр ВЕДДЕ (NO)
(71)(73) АББ ФЛЭКТ АКТИЕБОЛАГ (SE)
(56) DE 2056096 B2, 28.09.1978, SE 390892 A, 31.01.1977, EP 0117338 A1, 05.09.1984, GB 1571222 A, 09.07.1980, WO 92/02289 A1, 20.02.92, SU 673147 A, 05.07.1979, SU 1586754 A, 23.08.1990, RU 94015847 A, 20.05.1996.
(54) СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВ ИЗ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ПОСРЕДСТВОМ СУХОЙ АДсорбции
(57) Очистка посредством процесса сухой адсорбции газа из горячего электролитического процесса для получения алюминия содержит в себе по меньшей мере две стадии (3, 4). Оксид алюминия в виде частиц (адсорбент) проходит через стадии (3, 4) процесса адсорбции противотоком к газу. Таким образом, газ очищается частично отработанным адсорбентом в первой стадии сухой адсорбции, после чего адсорбент в виде частиц отделяется от газа ниже по течению потока от первой стадии адсорбции. Часть отделенного адсорбента в виде

2

частиц удаляется (33) из процесса адсорбции с целью возвращения адсорбированных фтор-содержащих веществ к электролитическому процессу, остаток отделенного адсорбента возвращается в первую стадию адсорбции для того, чтобы оптимизировать адсорбцию фтор-содержащих веществ и десорбцию диоксида серы в этой стадии. Одновременно газ перемещается ко второй стадии адсорбции, в этой второй стадии газ очищается в сущности неотработанным химически активным оксидом алюминия так, что любой газообразный фторид, остающийся в газе, очень эффективно адсорбируется, тогда как в то же время значительная часть диоксида серы в газе также адсорбируется. В заключение, этот оксид алюминия в виде частиц отделяется от газа ниже по течению потока от второй стадии сухой адсорбции перед тем, как газ выделяется в окружающую атмосферу. Отделенный оксид алюминия перемещается к первой стадии адсорбции необязательно после прохождения стадии (8) десорбции для удаления адсорбированного диоксида серы для того, чтобы уменьшить выбросы диоксида серы от получения алюминия. Отделение диоксида серы во второй стадии адсорбции улучшается возвращением ко второй стадии адсорбции оксида алюминия, подвергающегося очистке десорбцией.

Настоящее изобретение относится к способу разделения посредством адсорбции и с целью улавливания примесей, таких как фтор-содержащих газов и фтор-содержащей пыли (порошка) из газа, который выделяется в процессе получения алюминия. Выделенный в процессе газ приводится в контакт с адсорбентом в виде частиц оксида алюминия, который может быть повторно использован как сырьевое вещество в процессе. Более точно, изобретение касается многоступенчатого противоточного процесса, сочетающего эффективную очистку газа с высокой степенью концентрации фтор-содержащих веществ на адсорбенте. В благоприятном для окружающей среды воплощении изобретения одновременно из газа удаляется диоксид серы.

В способе электролитического получения алюминия такого, как способ Холла-Хероулта (Hall-Heroult), где алюминий производится посредством восстановления оксида алюминия в расплавленном электролите в виде фтор-содержащего минерала, к которому подается оксид алюминия, газы процесса загрязнены фтор-содержащими веществами такими, как фтористый водород и фтор-содержащая пыль. Будучи крайне вредны окружающей среде, эти вещества должны быть разделены перед тем, как газы процесса могут выпускаться в окружающую атмосферу, когда в то же время фтор-содержащий расплав является неотъемлемой частью электролитического процесса.

Улавливание фтор-содержащих соединений из газов, образованных при получении алюминия, имеет следующие неудобства: газ процесса обычно загрязнен также другими веществами такими, как диоксид серы, который появляется главным образом от окисления электродов, но в некоторой степени также из примесей, находящихся в сырьевом веществе. Если эти вещества возвращать в процесс вместе с адсорбентом, то они будут выделяться в газы процесса и, таким образом, концентрироваться в цикле, возникающем в электрохимическом процессе и газоочистке. Если эти вещества концентрируются в процессе, то они часто неблагоприятно воздействуют на выход процесса или мешают процессу каким-то другим путем, посредством этого неблагоприятно влияя на экономичность процесса. Следовательно, эти вещества должны быть удалены из адсорбента перед его повторным использованием в процессе. Благоприятным для окружающей среды является то, что количество выделенного в процессе диоксида серы будет уменьшаться.

Известно использование способов сухой адсорбции для очистки газов, образующихся при получении алюминия, в которых оксид алюминия может использоваться как адсорбент. Оксид алюминия (Al_2O_3), который как сырьевое вещество подается к процессу для получения алюминия, имеет значительную способность к адсорбированию (более точно, к химическому адсорбированию) фтористого водорода. Порошок оксида алюминия коммерческого качества и с размером частиц в диапазоне 0,03-0,16 мм имеет пористую структуру и активную по-

верхность 40-80 m^2/g , так что большие количества фтористого водорода могут адсорбироваться перед тем, как оксид алюминия насыщается. Однако, верно, что адсорбционная способность уменьшается, когда активная поверхность вся покрыта адсорбированными молекулами фтористого водорода, т.е. когда оксид алюминия насыщен фтористым водородом. Обычно оксид алюминия в виде частиц эффективно и турбулентно смешивается с газами из процесса получения алюминия в флюидизированном (псевдооживленном) слое или каком-нибудь другом реакторе контактирования, фтористый водород затем адсорбируется на оксиде алюминия. Оксид алюминия, который теперь содержит адсорбированные фторилы, отделяется ниже по течению потока от реактора контактирования с помощью одного или более фильтров. Оксид алюминия затем подается к процессу получения алюминия и фториды улавливаются. Однако, диоксид серы в определенной степени (как правило 10-30%) также адсорбируется в этих процессах, и диоксид серы, таким образом, сопровождает оксид алюминия обратно к процессу получения алюминия, где он выделяется в газы процесса в печи. В реальной практике диоксид серы, таким образом, не удаляется из газов, а вместо этого нежелательным образом циркулирует и концентрируется в системе, включающей в себя печь для получения алюминия и оборудование для газоочистки, и затем приводит к увеличению содержания диоксида серы в воздухе помещений. Если желательно уменьшить риск выброса в окружающую среду диоксида серы от производства алюминия, то диоксид серы должен быть отделен от отходящих газов с помощью сепараторов влаги, расположенных ниже по течению потока от предшествующих процессов сухой адсорбции. Однако, такие сепараторы влаги, используемые для отделения диоксида серы от газов, представляют собой очень дорогое решение, так как включенное количество газа является значительным, и концентрация диоксида серы в нем низка, например, в сравнении с отходящими газами из электростанции, сжигающей ископаемые (теплоэлектростанции). в связи с этим большинство из алюминиевых фабрик в мире до сих пор выпускают весь диоксид серы в окружающую атмосферу.

Одной задачей настоящего изобретения является предложение способа отделения по существу всех фтор-содержащих веществ с помощью сухой адсорбции на оксиде алюминия с целями улавливания так же, как и для эффективного отделения диоксида серы для предохранения окружающей среды от газа, выделенного в процессе получения алюминия.

Другой целью настоящего изобретения является предложение способа, посредством которого диоксид серы и в определенной степени также другие нежелательные примеси на адсорбенте могут быть удалены с него перед тем, как адсорбент повторно используется в процессе производства алюминия, посредством этого избегая циркуляции и накопления этих веществ в системе.

Следующей целью настоящего изобретения является предложение способа, который в сравнении с предшествующими способами газоочистки, приводит к поддержанию (на том же уровне) или улучшению отделения и улавливания фтор-содержащих веществ, в то же время поддерживая или улучшая благоприятный к окружающей среде характер процесса (низкие выбросы) по сравнению с известными способами, упоминаемыми выше.

В соответствии с изобретением эти цели достигаются способом адсорбции, который содержит по меньшей мере две стадии сухой адсорбции, где газ, который образован в процессе получения алюминия, и загрязненный по меньшей мере фтор-содержащими веществами, которые могут быть газообразными или в виде частиц, перемешивается и приводится в контакт с оксидом алюминия в виде частиц, посредством этого отделяя по меньшей мере фтор-содержащие вещества от газа. Стадии адсорбции организуются в виде одного или более реакторов контактирования, в которых газ очищается посредством смешивания и контактирования с оксидом алюминия в виде частиц. В способе адсорбции в соответствии с изобретением.

- газ очищается на первой стадии сухой адсорбции с по меньшей мере частично отработанным оксидом алюминия в виде частиц так, чтобы значительная часть газообразных фторидов, обнаруженных в газе, адсорбировалась на адсорбенте,

- оксид алюминия с адсорбированными фтор-содержащими веществами отделяется от газа ниже по течению потока от первой стадии адсорбции, после чего часть отделенного оксида алюминия с адсорбированными фтор-содержащими соединениями удаляется из процесса адсорбции, и остаток оксида алюминия возвращается в первую стадию адсорбции, в то же время газ перемещается ко второй стадии сухой адсорбции, находящейся ниже по течению потока от первой стадии адсорбции,

- газ, теперь имеющий в основном уменьшенное содержание фтор-содержащих веществ, затем во второй стадии сухой адсорбции очищается по существу неотработанным химически активным оксидом алюминия в виде частиц таким образом, чтобы адсорбировать любые фтор-содержащие вещества, остающиеся в газе после первой стадии адсорбции и чтобы адсорбировать другие газы, такие как диоксид серы, и

- оксид алюминия в виде частиц затем удаляют из газа ниже по течению потока от второй стадии адсорбции перед тем, как газ выпускается в окружающую атмосферу, или подвергается дополнительной очистке ниже по течению потока, и по меньшей мере часть оксида алюминия, отделенная от газа ниже по течению потока от реактора контактирования, включенного во вторую стадию адсорбции, перемещается к реактору контактирования, включенного в первую стадию адсорбции.

Как видно из ранее изложенного, оксид алюминия в виде частиц проходит через стадии процесса адсорбции противотоком к газу, неотработанный оксид алюминия сначала подается к реактору кон-

тактирования, который включен во вторую стадию сухой адсорбции, и где оксид алюминия перемешивается и приходит в контакт с газом. Из реактора контактирования, включенного во вторую стадию адсорбции, по меньшей мере некоторое количество теперь частично отработанного оксида алюминия, переносится к реактору контактирования, включенного в первую стадию адсорбции. При подаче к реактору контактирования, включенного в первую стадию адсорбции, оксид алюминия из второй стадии адсорбции перемешивается и приводится в контакт с газом в этой первой стадии адсорбции, после прохождения через реактор контактирования, включенного в первую стадию адсорбции, часть сухого оксида алюминия в виде частиц отделяется, оксид алюминия теперь существенно насыщается по меньшей мере фтор-содержащими веществами и удаляется из процесса таким образом, чтобы возвратить фтор-содержащие вещества в процесс для производства алюминия, остаток оксида алюминия возвращается в первую стадию адсорбции.

Эта циркуляция мотивируется двумя причинами. Во-первых, она нужна для контроля и оптимизации адсорбции газообразных фторидов из газа процесса в первой стадии адсорбции. во-вторых, она нужна для получения требуемой десорбции таких веществ, как диоксид серы, который был адсорбирован на оксиде алюминия во второй стадии адсорбции, таким образом предотвращая любое значительное возвращение этих веществ в электролитический процесс. Если сера (диоксид серы) или фосфор (фосфорный ангидрид) повторно будет возвращаться в электролитический процесс, это может оказывать неблагоприятное воздействие на выход этого процесса.

Так как оксид алюминия имеет более высокое сродство к фтористому водороду, чем к таким газам, как диоксид серы, то представляется возможным частичное возвращение адсорбента по меньшей мере в первую стадию адсорбции для того, чтобы контролировать, какие вещества возвращаются в электролитический процесс вместе с адсорбентом, перенесенным к электролизной печи, таким образом предотвращая нежелательным веществам, таким как диоксид серы и фосфорный ангидрид, циркулировать и концентрироваться в системе, включающей электролизную печь и оборудование для газоочистки. Все такие газы адсорбируются и молекулярно связываются с активированной поверхностью частиц оксида в процессе сухой адсорбции. Так как, однако, фтористый водород имеет более высокое сродство к оксиду, чем к диоксиду серы, уже адсорбированный диоксид серы будет десорбироваться, в то время как фтористый водород доставляет диоксид серы к активированной поверхности. При условиях отличного контакта между газом процесса и адсорбентом, процесс адсорбции стремится к состоянию равновесия с очень высокой частью фтористого водорода, адсорбированного на поверхности оксида, где имеет место только адсорбированный диоксид серы, если есть избыток активированной поверхности адсорбента по отношению к количе-

ству фтористого водорода, присутствующего в процессе. Вследствие факта, что адсорбент возвращается в первую стадию адсорбции, процесс приближается к равновесному состоянию. В результате адсорбция нежелательных веществ может управляться и минимизироваться так, что только минимум этих веществ возвращаются в электролизную печь вместе с адсорбентом.

В одном воплощении изобретения, предназначенном для применения, при котором необходимо избежать, чтобы эти нежелательные вещества, такие как диоксид серы, которые должны адсорбироваться на адсорбенте, возвращались в электролизную печь, но тем не менее может позволить этим веществам выбрасываться в окружающую атмосферу, адсорбент (оксид алюминия) перемещается из второй стадии адсорбции непосредственно к первой стадии адсорбции, где он повторно используется в то время, как диоксид серы десорбируется. Десорбция приводит к состоянию равновесия. Диоксид серы выделяется из электролизного процесса и поступает с газом процесса к первой стадии адсорбции. Однако, адсорбция диоксида серы в этой первой стадии контролируется и минимизируется возвращением адсорбента в эту стадию. В результате диоксид серы будет концентрироваться в цикле между первой и второй стадиями адсорбции, тогда как по существу никакого диоксида серы не будет циркулировать между электролизной печью и первой стадией адсорбции. При устойчивом состоянии, окончательно самостоятельно устанавливается состояние равновесия, при котором количество диоксида серы, выбрасываемого в окружающую атмосферу, равно количеству диоксида серы, выделенного в газ процесса в электролизной печи.

В дальнейшем изобретение поясняется более детально с помощью предпочтительных вариантов воплощений, со ссылками на сопроводительный чертеж.

В способе Холла-Херольда алюминий получают восстановлением оксида алюминия, который растворен (расплавлен) в расплаве фтор-содержащих веществ, с помощью электролиза в электро-восстановительной печи 1. Электролиз происходит при температуре приблизительно

9

960°C. Расплав частично разлагается в течение процесса, и летучие компоненты остаются в газообразном состоянии. В результате газ, выделяемый из процесса, содержит соединения фтора, такие как фтористый водород (HF), и фтор-содержащую пыль. Будучи чрезвычайно вредными для окружающей среды, эти вещества должны отделяться от газов процесса перед тем, как они могут выделиться в окружающую атмосферу. В то же время, однако, эти фтор-содержащие вещества представляют собой значительные потери стоимости, независимо от фтор-содержащих соединений присутствуют определенные продукты горения, такие как диоксид серы от графитовых анодов, которые сгорают в течение процесса. Диоксид серы должен быть уда-

лен из адсорбента не только для того, чтобы избежать его возвращения в процесс, но также потому, что для окружающей среды требуется уменьшить выброс диоксида серы из процесса без воздвижения огромных и дорогих установок для очистки больших количеств газа, имеющего низкое содержание диоксида серы.

Когда изобретение применяется для очистки газа 2, выделенного из процесса 1 для производства алюминия, фтор-содержащие вещества отделяются от газа в противоточном адсорбционном процессе, содержащем по меньшей мере две стадии 3, 4 сухой адсорбции. Газ, загрязненный фтор-содержащими веществами, очищается в первой стадии 3 сухой адсорбции, которая показана на чертеже как реактор контактирования 3. В этом реакторе контактирования 3 газ перемешивается и приходит в контакт с частично отработанными частицами адсорбента в виде оксида алюминия, который подается с током газа в реактор контактирования 3, причем содержание фтор-содержащих веществ в газе процесса уменьшается. Адсорбция диоксида серы в процессе очистки в первой стадии 3 адсорбции, когда содержание фтор-содержащих веществ в газе является наивысшим, подавляется, поскольку такие вещества, как фтористый водород, имеют значительно большее сродство к оксиду алюминия, чем к диоксиду серы. В этой первой стадии адсорбции диоксид серы, таким образом, только адсорбируется на избыточной поверхности оксида алюминия, которая на покрыта, к примеру, фтористым водородом. Если оксид алюминия, на который диоксид серы адсорбировался, приходит в достаточно интенсивный контакт с газом, содержащим фтористый водород, диоксид серы будет освобожден и заменен фтористым водородом. После очистки в первой стадии 3 адсорбции, оксид алюминия в виде частиц отделяется от газа перед второй стадией, теперь имея очень низкое содержание фтористого водорода, перемещается ко второй стадии 4 сухой адсорбции для очистки там. Оксид алюминия в виде частиц, который имеет высокое содержание адсорбированных фтор-содержащих веществ, таких как фтористый водород, отделяется от газа вместе с основной частью частиц соединений фтора ниже по течению

338

10

потока от первой стадии 3 адсорбции с помощью известных устройств для механического разделения, таких как циклонные сепараторы.

Некоторое количество оксида алюминия 33, которое соответствует количеству не отработанного оксида алюминия, подаваемого ко второй стадии 4 адсорбции адсорбционного процесса и которое загрязнено адсорбированными фтор-содержащими веществами, возвращается (по 33) к процессу 1 в то время, как остаток оксида алюминия циркулирует (по 32) в первой стадии 3 адсорбции. Из-за достаточной циркуляции и благодаря различию в сродстве оксида алюминия к соответственно фтористому водороду и диоксиду серы следует, что основная часть фтор-содержащих веществ в газе адсорбиру-

ется даже при первой стадии 3 адсорбции, тогда как не происходит существенной адсорбции диоксида серы. Вместо этого основное количество диоксида серы 1, адсорбированное на оксиде алюминия, десорбируется. В результате, в сущности весь диоксид серы будет сопровождать газ, так что фтор-содержащие вещества, необходимые для процесса 1, могут быть возвращены с хорошим выходом по 33, в то же время избегая циркулирования и концентрирования диоксида серы в процессе. Также вторая стадия 4 адсорбции проводится в одном или более реакторах 4 контактирования, расположенных ниже по течению потока от первой стадии 3 адсорбции. Из первой стадии 3 адсорбции и следующего за ней сепаратора 31 газ перемещается по 30 к реактору 4 контактирования, где он перемешивается и приводится в контакт со свежим химически активным и, в сущности, неотработанным оксидом алюминия. В реакторе 4 контактирования любой остающийся газообразный фтор, так же как и диоксид серы, адсорбируется в количестве, зависящем от степени, с которой адсорбционная способность свежего адсорбента (оксида алюминия) позволяет адсорбироваться газу с низким средством. После очистки на второй стадии 4 адсорбции адсорбент отделяется от газа с помощью фильтра 41 такого, как мешочный фильтр, вследствие чего газ, который эффективно очищен от всех фтор-содержащих веществ, может выделяться в окружающую атмосферу по 5, тогда как оксид алюминия, загрязненный значительным количеством диоксида серы, адсорбированного во второй стадии 4 адсорбции, в соответствии с изобретением перемещается к первой стадии 3 адсорбции. Посредством подходящей циркуляции оксида алюминия 32 в адсорбционной стадии 3, значительное количество диоксида серы, адсорбированного на оксиде алюминия при контактировании с газом процесса, имеющим высокое содержание фтористого водорода, будет десорбироваться в адсорбционной стадии 3. Освобожденный диоксид серы затем перемещается вместе с газом процесса ко второй стадии 4 адсорбции. Благодаря десорбции диоксида

11

серы, происходит увеличение активированной поверхности на оксиде алюминия, что способствует адсорбции фтористого водорода, приводя к высокоэффективной адсорбции фтористого водорода так, что достигается очень высокая степень адсорбции газообразного фтора на первой стадии 3 адсорбции.

Посредством оксида алюминия 33, который перемещается к восстановительному процессу 1 от первой стадии 3 адсорбции, почти все фтор-содержащие вещества, выделенные из восстановительного процесса 1 к газу 2 процесса, возвращаются в восстановительный процесс 1. Однако, по существу никакого количества диоксида серы не возвращается в восстановительный процесс 1 вместе с оксидом алюминия 33, перемещенным из первой стадии 3 адсорбции к восстановительному процессу 1.

Благодаря тому факту, что диоксид серы десорбируется в первой стадии, частично очищенный газ 30 процесса, перемещенный ко второй стадии 4 адсорбции, будет иметь повышенное содержание диоксида серы, которое в некоторой степени уменьшается во второй стадии 4 адсорбции. При устойчивом состоянии устанавливается состояние равновесия, что касается циркуляции концентрированного диоксида серы между двумя стадиями 3 и 4 адсорбции, причем количество диоксида серы, выделяемого вместе с очищенным газом 5 процесса, равно количеству диоксида серы, поданного вместе с еще неочищенным газом процесса.

В одном воплощении изобретения, также количество диоксида серы, выделенного в окружающую атмосферу вместе с очищенным газом 5 процесса, уменьшается посредством очистки загрязненного диоксидом серы оксида алюминия из второй стадии 7 адсорбции в стадии 8 десорбции. В этой стадии 8 десорбции в сущности весь адсорбированный диоксид серы десорбируется нагреванием и смешиванием со сквозным потоком газа-носителя 81. Так как газ-носитель 82, покидающий стадию 8 десорбции, будет затем иметь высокую концентрацию диоксида серы, то почти весь диоксид серы выделится из оксида алюминия посредством десорбции.

Благодаря низкому средству диоксида серы к оксиду алюминия, оксид алюминия имеет вполне ограниченную способность к адсорбции диоксида серы, таким образом получается, что даже при таком низком содержании газообразного фторида в газе 30 процесса, перемещенного ко второй стадии 4 адсорбции, который имеет в сущности незначительное влияние на адсорбцию диоксида серы в течение стадии 4 адсорбции, то наблюдается плохое отделение диоксида серы от газа процесса, если качество адсорбента низкое и/или если содержание диоксида серы в газе процесса, подаваемом к этой второй стадии 4 адсорбции, является высоким. В одном воплощении изобретения способность к отделению диоксида серы поднимается до заданного уровня

338

посредством циркулирования (по 83) части оксида алюминия, очищенного в стадии 8 десорбции, ко второй стадии 4 адсорбции, где он способствует повышению количества активированного адсорбента. Количество оксида алюминия, очищенное в стадии 8 десорбции, будет, таким образом, увеличиваться пропорционально количеству оксида алюминия, возвращенного по 83 из стадии 8 десорбции ко второй стадии 4 адсорбции.

В стадии 8 десорбции диоксид серы десорбируется благодаря эффекту нагревания и сквозному потоку газа-носителя 81, захватывающему диоксид серы с собой по своему пути из системы. Если десорбционная очистка в стадии 8 точно выполнена, требуется только малое количество газа-носителя 81, в то же время получается высокая концентрация диоксида серы в газе-носителе 82, покидающем стадию десорбции. Диоксид серы в газе-носителе

12

при разумной стоимости может быть очищен промывкой или преобразован в коммерческий продукт такой, как жидкий диоксид серы, серная кислота или сера применением хорошо известных процессов, так как существует только небольшое количество включенного газа-носителя 82, по этой причине оборудование для очистки может быть маленького размера. Легкий нагрев оксида алюминия, требуемый для десорбции диоксида серы в стадии 8 десорбции, не приводит к десорбции небольшого количества фтористого водорода, который адсорбирован во второй стадии 4 адсорбции. После стадии 8 десорбции оксид алюминия подводится к первой стадии 3 адсорбции, как описано выше.

После прохождения таким образом двухстадийного процесса 3, 4 адсорбции противотоком к газу и адсорбированному по существу всего фтористого водорода и других фтор-содержащих веществ из газа, оксид алюминия подается к процессу 1 для получения алюминия. Содержание диоксида серы в оксиде алюминия является очень низким и сильно ограничено по отношению к количеству, которое адсорбировано и должно остаться во время очистки в первой стадии 3 адсорбции.

Некоторые другие вещества, такие как фосфор, которые захватываются газом из процесса 1 получения алюминия и которые снижают выход по току в электролитическом процессе, оказывают неблагоприятное воздействие на процесс и следовательно должны быть удалены. Фосфор в виде частиц фосфорного ангидрида удаляется из газа процесса стадией 41 заключительной фильтрации и может таким образом концентрироваться в системе, включающей электролизную печь и оборудование для газоочистки. Обнаружено, что очистка для уменьшения диоксида серы 8 также удаляет некоторое количество фосфора, таким образом уменьшая накопление его в системе.

Поскольку, в соответствии с заявленным способом, адсорбент в виде частиц (оксид алюминия) проходит две стадии 3, 4 процесса адсорбции противотоком к газу, несмотря на то, что газ и адсорбент совместно подаются с течением в стадиях 3, 4 адсорбции, адсорбент эффективно расходуется, и в сущности весь фтористый водород отделяется в первой стадии 3 адсорбции и возвращается вместе с адсорбентом к процессу 1 получения алюминия, в то время как диоксид серы отделяется во второй стадии 4 адсорбции и удаляется от адсорбента в стадии 8 десорбции. Отделение диоксида серы может быть управляемо до заданной эффективности посредством циркуляции по 83 адсорбента из стадии 8 десорбции ко второй стадии 4 адсорбции. Этот двухстадийный процесс приводит к рециркулированию с высоким выходом фтор-содержащих веществ, которые требуется рециркулировать из процесса, в то время как диоксид серы может быть отделен сам по себе или может быть нейтрализован в щелочном скруббере или регенерацией в виде коммерчески полезных продуктов. Поскольку способ, в соответствии с изобретением, в этой простейшей форме уменьшает возвращение и накопление диоксида серы, и в этом более тщательно разработанном виде также уменьшается возвращение и накопление таких загрязняющих веществ, как фосфор, в процессе получения алюминия, достигается повышение эффективности в электролитическом процессе получения алюминия, поскольку иначе этот процесс будет неблагоприятно подвержен увеличению содержания этих веществ. Поскольку сера может быть отделена в одном воплощении изобретения, неблагоприятное воздействие на окружающую среду получения алюминия в целом может быть улучшено.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ отделения при очистке газа, выделенного из процесса получения алюминия, фторсодержащих веществ от газа посредством адсорбции

13

на твердом оксиде алюминия в виде частиц в процессе сухой адсорбции, при котором оксид алюминия проходит противотоком к газу и в виде частиц с адсорбированными фторсодержащими веществами отделяют от газа, при этом часть отделенного оксида алюминия в виде частиц с адсорбированными фторсодержащими веществами удаляют из процесса адсорбции для возвращения фторсодержащих веществ в процесс получения алюминия, а остаток отделенного оксида алюминия возвращают на адсорбцию, отличающийся тем, что газ очищают с оксидом алюминия, по меньшей мере, в две стадии, на первой из которых газ очищают с оксидом алюминия, который частично отработан, при этом частицы оксида алюминия с адсорбированными фторсодержащими веществами отделяют от газа ниже по

течению потока от указанной первой стадии адсорбции перед тем, как газ перемещают ко второй стадии адсорбции, возврат остатка отделенного

338

14

оксида алюминия осуществляют на первую стадию адсорбции, а после отделения оксида алюминия газ подают ко второй стадии сухой адсорбции и там очищают в сущности неотработанным химическим активным оксидом алюминия в виде частиц, после чего оксид алюминия в виде частиц отделяют от газа ниже по течению потока от второй стадии сухой адсорбции перед тем, как газ выделяют в окружающую атмосферу, и по меньшей мере, часть оксида алюминия, отделенную ниже по течению потока от второй стадии адсорбции, перемещают к первой стадии адсорбции.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что частично отработанный оксид алюминия возвращают в первую стадию адсорбции, и количество возвращенного оксида алюминия управляется и таким

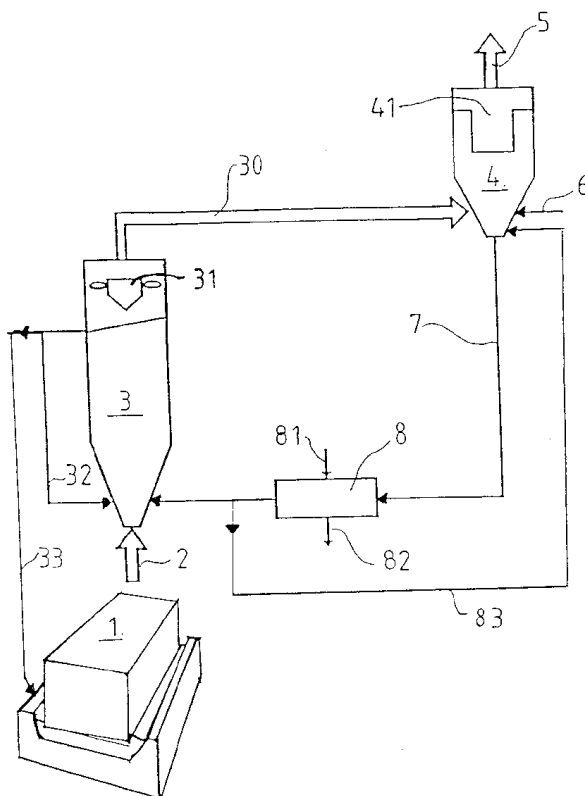
образом контролируется, чтобы оптимизировать адсорбцию фторсодержащих веществ и десорбцию диоксида серы в первой стадии адсорбции.

3. Способ по п.1 или 2, *отличающийся* тем, что оксид алюминия, который отделяют ниже по течению потока от второй стадии адсорбции и загрязнен адсорбированным диоксидом серы, очищают на стадии десорбции, где оксид алюминия нагревают и газ-носитель течет через него, для того, чтобы таким образом десорбировать значительное количество

диоксида серы, адсорбированного на оксиде алюминия.

4. Способ по п.3, *отличающийся* тем, что часть оксида алюминия, очищенного в стадии десорбции, возвращают ко второй стадии адсорбции для того, чтобы увеличить адсорбционную способность на этой стадии.

5. Способ по пунктам 3 или 4, *отличающийся* тем, что водяной пар, газообразный азот или другой неокисляющий газ течет через оксид алюминия в стадии десорбции.



Фиг. 1