

Изобретение относится к способу получения безводной окиси алюминия из гидроокиси алюминия в циркулирующем псевдоожиженном слое, образованном реактором (8) с псевдоожиженным слоем, сепаратором (6) и обратным трубопроводом, при котором гидроокись алюминия вводят в расположенную со стороны газа вторую ступень двухступенчатого суспензионного подогревателя (2), работающего на отходящих из псевдоожиженного слоя газах реактора (8) с псевдоожиженным слоем, и, по меньшей мере, частично обезвоживают, обезвоженную гидроокись алюминия из второй ступени суспензионного подогревателя (2) вводят в расположенную со стороны газа первую ступень суспензионного подогревателя (5), работающего на отходящих газах циркулирующего псевдоожиженного слоя реактора (8) с псевдоожиженным слоем и далее обезвоживают, а затем подают к циркулирующему псевдоожиженному слою, который работает на содержащем кислород оживающем газе (10), который косвенно нагреет на последующей ступени охлаждения посредством полученной окиси алюминия, и на содержащем кислород вторичном газе (11), который непосредственно нагревают и подают на более высоком уровне, причем косвенный нагрев оживающего газа происходит в устройстве (23) охлаждения псевдоожиженного слоя. Подобный способ описан в неакцептованной заявке ФРГ на выдачу патента 1 592 140.

В сравнении с традиционными на сегодняшний день способами вращающейся трубчатой печи и способами в так называемом классическом кипящем слое, названный выше способ отличается, в частности, благоприятными показателями удельного расхода тепла, которые в зависимости от качества полученной окиси алюминия имеют значения, равные приблизительно 720 - 800 ккал/кг, которые находятся явно ниже значений, типичных, например, для способов вращающейся печи, которые составляют 1000 - 1100 ккал/кг. Эти значения достигаются, во-первых, как следствие повторного стехиометрического сжигания горючего и дальнейшего использования отходящего тепла и отходящих газов, которые покидают зону кальцинирования, для предварительной сушки и частичного обезвоживания. С другой стороны, отвод кальцинатного тепла в зону кальцинирования в форме нагретого в устройстве охлаждения псевдоожиженного слоя оживающего и вторичного газа существенно содействует уменьшению удельного расхода тепла. Следующее преимущество способа состоит в том, что благодаря поэтапному сжиганию, а именно, сначала только с помощью оживающего воздуха при пониженной стехиометрии в зоне высокой дисперсионной плотности, а затем в присутствии вторичного воздуха при стехиометрии или при незначительно повышенной стехиометрии в зоне низкой суспензионной плотности надежно предотвращается перегрев, который отрицательно влияет на изделие, получаемое в результате использования способа.

Недостатком описанного выше способа является то, что при высоких температурах кальцинирования от 1000 до 1100°С, которые в общем и целом рассматриваются в качестве необходимых, это создает трудности, состоящие в том, чтобы сделать теплоту, создаваемую продуктом в процессе кальцинирования, полезной. Либо необходимые для достаточного охлаждения продукта газовые потоки настолько велики, что они не могут быть полностью использованы в процессе кальцинирования, или же при охлаждении против потоков газа, необходимых в процессе кальцинирования, охлаждение продукта является недостаточным. В конце концов, требования, предъявляемые к качеству готовой кальцинированной окиси алюминия, в последнее время изменились. Спрос есть, в частности, на окись алюминия порошкообразного качества, то есть с высокой долей гамма-окиси. Изменившиеся требования делают необходимым существенное изменение технологического процесса.

Задача изобретения заключается в создании способа получения безводной окиси алюминия из гидроокиси алюминия, при котором к качеству окиси предъявляются измененные требования, причем способ связан, в частности, с минимальным потреблением тепла.

Эта задача решается по мере того, как способ названного выше вида в соответствии с изобретением осуществляется таким образом, что температуру в циркулирующем псевдоожиженном слое устанавливают на значение от 850 до 1000°С, окись алюминия, забираемую из циркулирующего псевдоожиженного слоя, смешивают с 10 - 25 вес. % гидроокиси алюминия, выходящей из первой ступени суспензионного подогревателя (2) на стороне твердых материалов, частично обезвоженной, в течение по крайней мере 2 мин., смешанный материал сначала охлаждают в многоступенчатом устройстве (15, 16, 17, 18, 19, 20) для охлаждения суспензии в условиях нагрева вторичного газа (11), а затем в устройстве (23) охлаждения псевдоожиженного слоя в условиях косвенного нагрева сжижающего газа (10).

Используемая в способе согласно изобретению система циркулирующего псевдоожиженного слоя состоит из реактора с псевдоожиженным слоем, сепаратора для сепарации твердого вещества из суспензии, выгружаемой из реактора с псевдоожиженным слоем - в общем и целом из ре-циркуляционного циклона-, возвратного трубопровода для возврата отделенного твердого вещества в реактор с псевдоожиженным слоем. Принцип циркулирующего псевдоожиженного слоя отличается тем, что в отличие от "классического" псевдоожиженного слоя, при котором плотная фаза отделена значительным разрывом плотности от находящегося над ним газового пространства, имеет место состояние дисперсности без определенного граничного слоя. Разрыва плотности между плотной фазой и находящимся над ней пылевым пространством нет, однако внутри реактора концентрация твердого вещества уменьшается снизу вверх. Из верхней части реактора выгружается суспензия, состоящая из газа и твердых веществ. При определении условия эксплуатации через показатели Froude и Archimedes получают следующие области:

$$0,1 \leq \frac{3}{4} \cdot Fr^2 \cdot \frac{P_g}{P_k - P_g} \leq 10,$$

или

$$0,01 < Ar \leq 100,$$

причем

$$Ar = \frac{d_k^3 \cdot g (P_k - P_g)}{P_g \cdot \nu^2} \quad \text{и}$$

$$Fr^2 = \frac{U^2}{g \cdot d_k}$$

где

U - относительная скорость газа в м/сек;

Ar - число Archimedes;

Fr - число Froude;

$\rho_g$  - плотность газа в кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_k$  - плотность частиц твердого материала в кг/м<sup>3</sup>;

$d_k$  - диаметр шарообразной частицы в м;

$\nu$  - кинематическая вязкость в м<sup>2</sup>/сек;

g - гравитационная постоянная в м/сек<sup>2</sup>.

Смешивание потоков твердых веществ, которые, с одной стороны, проходят над байпасным трубопроводом из первого на стороне выхода твердых веществ подогревателя суспензии и, с другой стороны, происходят из циркулирующего псевдоожиженного слоя, в течение по крайней мере 2 мин. является важным этапом способа. К тому же только тогда имеет место достаточное отщепление химически связанной воды, которая еще содержится в, по меньшей мере, частично обезвоженной гидроокиси алюминия и, тем самым, обеспечиваются достаточно низкие потери при отжиге. Смешение потоков твердого вещества осуществляется особенно предпочтительным образом за счет турбулизации водяным паром, возникшим при смешивании.

Скорость псевдоожиженного газа выше трубопровода подачи вторичного газа составляет, в основном, от 7 до 10 м/сек.

Предпочтительный вариант осуществления изобретения состоит в том, чтобы установить потерю давления в реакторе с псевдоожиженным слоем, что является функцией содержания твердого вещества, на значение < 100 мбар.

Другой предпочтительный вариант осуществления изобретения предусматривает разделение частично обезвоженной гидроокиси алюминия, выходящей из второй - со стороны газа - ступени подогревателя суспензии, в сепараторе, установленном перед электрофильтром.

И, наконец, в соответствии с другим вариантом осуществления изобретения, преимущество заключается в том, чтобы осуществлять окончательное охлаждение полученной окиси алюминия за счет многоступенчатого охлаждения в псевдоожиженном слое, причём соответственно за счет косвенного теплообмена на первой ступени оживляемого газа для реактора с циркулирующим псевдоожиженным слоем и на последующих ступенях нагревается жидкая среда-теплоноситель. В результате этого использованное для охлаждения кальцината количество воздуха может наипростейшим образом быть приспособлено к потребностям оживляемого воздуха реактора с циркулирующим псевдоожиженным слоем.

Очень важное преимущество способа по изобретению заключается в том, чтобы процесс кальцинирования, включая предварительный нагрев и охлаждение, можно было бы наипростейшим образом приспособить к соответствующим требованиям в части качества. В общем принято, что требуется определенное качество продукта, в части поверхности ВЕТ, потерь, связанных с отжигом, и альфа-окиси. Отсюда вытекает, температура реакции, устанавливаемая в циркулирующем псевдоожиженном слое, и количество гидроокиси алюминия, обезвоженное, проходящее мимо циркулирующего псевдоожиженного слоя в качестве байпаса. Это означает, что с увеличением поверхности ВЕТ следует устанавливать как температуру кальцинирования в циркулирующем псевдоожиженном слое, так и количество гидроокиси алюминия, проходящее через байпас в направлении нижних заданных граничных значений. И наоборот, с уменьшением поверхности ВЕТ, выше указанные значения следует сдвинуть в направлении верхних заданных граничных значений. В случае допустимых более высоких потерь, возникающих при отжиге, количество гидроокиси алюминия, проходящее через байпас, при прочих постоянных условиях эксплуатации, в частности, при постоянной температуре кальцинирования, может повышаться и далее в пределах заявленных границ. В результате этого может быть достигнуто дальнейшее уменьшение удельного расхода тепла.

Следующее преимущество способа согласно изобретению состоит в значениях удельного расхода тепла, которые в зависимости от требования качества, предъявляемого к получаемой окиси алюминия, лежат ниже принятых на сегодняшний день значений.

Изобретение, например, более подробно поясняется на фигуре и на примере выполнения.

Фигура изображает технологическую схему способа согласно изобретению.

Влажная, что необходимо для фильтра, гидроокись алюминия загружается с помощью шнекового транспортера (1) во второй со стороны газа подогреватель (2) суспензии и подхватывается там потоком отработанных газов, выходящим из первого со стороны газа подогревателя (5) суспензии.

После этого поток газа и материала разделяется в последующем циклонном сепараторе (3). Отработанный газ, выходящий из циклонного сепаратора (3), подается на обеспыливание электростатической установки (4) очистки газа и, наконец, в дымовую трубу (не изображена).

Твердый материал, выходящий из циклонного сепаратора (3) и из установки электростатической очистки

газа, поступает затем с помощью дозирующего устройства большей частью в подогреватель (5) суспензий, меньшей частью в байпасный трубопровод (14). В подогревателе (5) суспензии твердый материал подхватывается отходящим газом, выходящим из ре-циркуляционного циклона (6) циркулирующего псевдоожиженного слоя, после чего обезвоживается или подвергается дегидратации. В циклоне-сепараторе (7) снова происходит разделение потока, состоящего из газа и материала, причем обезвоженный материал направляется в реактор (8) с псевдоожиженным слоем, а отработанный газ - в упомянутый выше подогреватель (2) суспензии.

Подача горючего материала, необходимого для кальцинации, происходит по трубопроводу (9), который расположен на незначительной высоте над колосниковой решеткой реактора (8) с псевдоожиженным слоем. Содержащие кислород потоки газа, которые необходимы для сжигания, подаются через трубопровод (10) в качестве сжигающего газа и через трубопровод (11) в качестве вторичного газа. Вследствие подачи газа в виде сжигающего газа и вторичного газа в нижней части реактора в зоне между колосниковой решеткой и трубопроводом (11) для подачи вторичного газа возникает сравнительно высокая плотность суспензии, выше трубопровода (11) вторичного газа - сравнительно малая плотность суспензии.

Суспензия, состоящая из газа и твердого вещества, поступает по соединительному трубопроводу (12) в ре-циркуляционный циклон (6) циркулирующего псевдоожиженного слоя, в котором происходит повторное отделение твердого вещества и газа. Твердый материал, выходящий по трубопроводу (13) из ре-циркуляционного циклона (6), смешивается с частью твердого вещества, выходящего из циклона (3) и устройства электростатической очистки газа, при этом твердый материал подводится по трубопроводу (14), смесь подается к первому, охлаждающему устройству для суспензии, образованному из нагнетательных трубопроводов (15) и циклонного сепаратора (16). Отходящий из циклонного сепаратора (16) газ поступает по трубопроводу (11) в реактор (8) с псевдоожиженным слоем, твердый материал - во второе охлаждающее устройство для суспензии, образованное из нагнетательного трубопровода (19) и циклонного сепаратора. Течение газа через отдельные охлаждающие устройства осуществляется в противотоке к твердому материалу через трубопроводы (21) и (22). Выйдя из суспензионного охлаждающего устройства, образовавшаяся окись алюминия проходит заключительное охлаждение в охлаждающем устройстве (23) с псевдоожиженным слоем, которое оснащено тремя охлаждающими камерами. В его первой камере осуществляется нагрев ожижаемого газа, подаваемого в реактор (8) с псевдоожиженным слоем, в последующих двух камерах - охлаждение от среды теплоносителей, предпочтительным образом, воды, которая подается противотоком. И наконец, окись алюминия выходит через трубопровод (24).

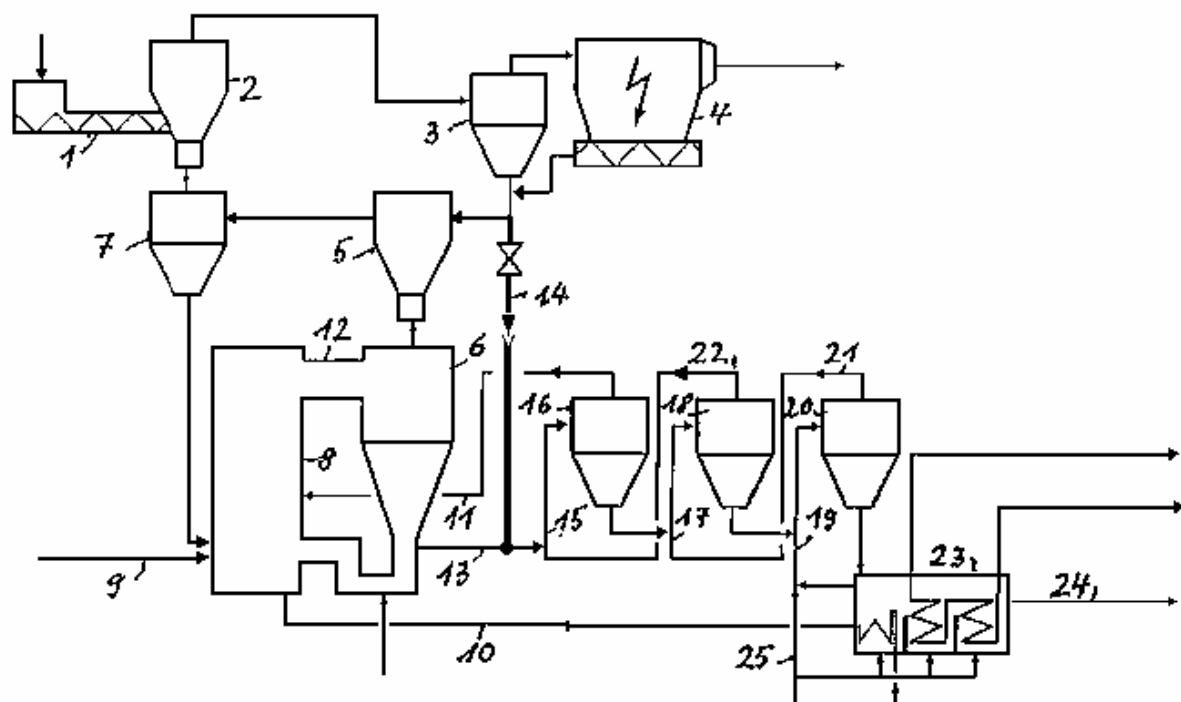
#### ПРИМЕР:

С помощью шнекового транспортера (1) ко второму со стороны газа суспензионному подогревателю (2) подводится 126 360 кг/час гидроокиси алюминия с 7 вес. % механически связанной воды. Первая сушка производится с помощью отходящих из циклонного сепаратора (7) газов с температурой в 306°C. Твердый материал после отделения в циклонном сепараторе (3) подвергается в подогревателе (5-) для суспензий дальнейшей сушке и обезвоживанию с помощью подводимых из ре-циркуляционного циклона (6) циркулирующего кипящего слоя отходящих газов, имеющих температуру 950°C. Выходящий из последнего циклонного сепаратора (3) отходящий газ затем подвергается обеспыливанию в электрофильтре (4) и подается к трубе. Его количество составляет 132719 м<sup>3</sup>/час. Образующийся в циклонном сепараторе (7) твердый материал загружается, наконец, в реактор (8) с циркулирующим псевдоожиженным слоем.

Циркулирующий псевдоожиженный слой работает при температуре 950°C. Через трубопровод (9) к нему подводится 5123 кг/час мазута, через трубопровод (11) 60425 м<sup>3</sup>/час вторичного воздуха и через трубопровод (10) 12000 м<sup>3</sup>/час ожижающего воздуха. Ожижающий воздух имеет температуру 188°C, вторичный воздух - температуру 525°C. Циркулирующий псевдоожиженный слой освобождается от газового потока в количестве 98631 м<sup>3</sup>/час с содержанием кислорода, равным 2,23 об. %, который подводится к подогревателю (5) и (2) суспензии, а также от твердого материала в количестве 66848 кг/час. Этот отводимый через трубопровод (13) поток твердого материала перед поступлением в нагнетательный трубопровод (15) первого охлаждающего устройства для суспензии смешивается с 15262 кг/час твердого материала, который подводится по трубопроводу (14) при установлении температуры смешивания, равной 608°C. После прохождения нагнетательного трубопровода (15) состоящая из газа и твердого вещества суспензия попадает в циклонный сепаратор (16), а оттуда в последующие суспензионные охлаждающие устройства, образованные из нагнетательных трубопроводов (17) или (19) и циклонных сепараторов (18) или (20). В трех суспензионных охлаждающих устройствах происходит поэтапное охлаждение твердого вещества до температуры 525°C или соответственно 412°C или соответственно 274°C. Одновременно нагревается поток вторичного газа, подводимый к реактору (8) с псевдоожиженным слоем по трубопроводу (11), до температуры 525°C. Работа суспензионного охлаждающего устройства осуществляется с помощью непосредственно нагретого сжигающего воздуха последующего охлаждающего устройства (23) с псевдоожиженным слоем, а также с помощью технологического воздуха, подводимого по трубопроводу (25) в количестве 33000 м<sup>3</sup>/час.

Окончательное охлаждение твердого вещества происходит в охлаждающем устройстве (23) с псевдоожиженным слоем, первая камера которого нагружается 7200 м<sup>3</sup>/час, а вторая и третья камеры соответственно 7000 м<sup>3</sup>/час сжигающего воздуха. Полученные в отдельных камерах температуры твердого вещества составляют 238°C, 135°C и 83°C. Исползованный в первой камере охлаждающего устройства (23) для охлаждения воздух в количестве 12000 м<sup>3</sup>/час, которое подается в реактор (8) с псевдоожиженным слоем в качестве сжигающего воздуха, нагревается при этом путем косвенного теплообмена до 188°C. Во второй и третьей охлаждающих камерах охлаждающего устройства (23) с псевдоожиженным слоем происходит нагрев холодной воды, которая подводится противотоком к твердому веществу через охлаждающие камеры в количестве 350000 кг/час, с 40°C до 49°C. Сжигающий воздух, покидающий охлаждающее устройство (23) с псевдоожиженным слоем, имеет температуру 153°C и образуется в количестве 21200 м<sup>3</sup>/час. Он вводится в суспензионное охлаждающее устройство, как это было упомянуто выше. Охлаждающее устройство (23) с псевдоожиженным слоем покидают 77111 кг/час окиси алюминия с

потерь при отжиге, равной 0,5% и поверхностью ВЕТ, равной  $70\text{м}^2/\text{г}$ .



Фиг.