

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202092887 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2021.02.20(51) Int. Cl. C01F 7/47 (2006.01)  
B01J 20/04 (2006.01)  
B01J 20/08 (2006.01)  
B01J 20/28 (2006.01)(22) Дата подачи заявки  
2019.05.17

## (54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПРИМЕСЕЙ В БАЙЕРОВСКИХ РАСТВОРАХ

(31) 2018901884

(72) Изобретатель:

(32) 2018.05.28

Маккиннот Энтони Джон, Ларнер  
Бронуин, Дай Шэннон (AU)

(33) AU

(86) PCT/AU2019/050477

(74) Представитель:

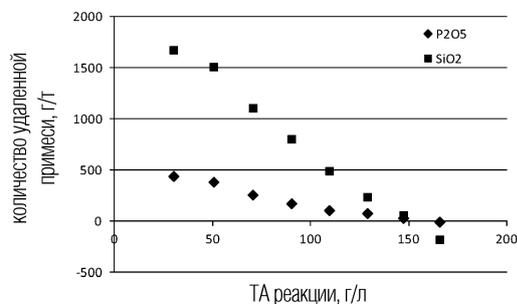
(87) WO 2019/227128 2019.12.05

Медведев В.Н. (RU)

(71) Заявитель:

АЛКОА ОФ ОСТРЭЙЛИА  
ЛИМИТЕД (AU)

(57) Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА для формирования слоистого двойного гидроксида; и включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид, в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний.



A1

202092887

202092887

A1

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-566064EA/61

### СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПРИМЕСЕЙ В БАЙЕРОВСКИХ РАСТВОРАХ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

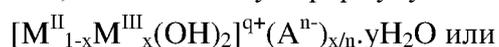
[0002] Процесс Байера широко используется для производства глинозема из содержащих глинозем руд, таких как боксит. Этот процесс включает в себя контактирование содержащих глинозем руд с рециркулирующими растворами щелочных алюминатов при повышенных температурах в процессе, обычно называемом вывариванием. Твердые вещества удаляются из полученной суспензии, и раствор охлаждается.

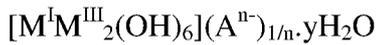
[0003] Гидроксид алюминия добавляется к раствору в качестве затравки, чтобы вызвать осаждение из него дополнительного гидроксида алюминия. Осажденный гидроксид алюминия отделяется от раствора щелочного алюмината, часть гидроксида алюминия возвращается для использования в качестве затравки, а остальная часть извлекается в качестве продукта. Оставшийся раствор щелочного алюмината возвращается для дополнительного вываривания содержащей глинозем руды.

[0004] Бокситовая руда обычно содержит неорганические примеси, количество которых зависит от источника боксита. По мере того, как гидроксид алюминия осаждается и боксит растворяется, концентрация гидроксида натрия, присутствующего в технологическом растворе, уменьшается, в то время как концентрация примесей увеличивается, снижая эффективность раствора для вываривания дополнительной содержащей алюминий руды. Соответственно, были разработаны процессы, направленные на удаление примесей из байеровских растворов.

[0005] На заводах по переработке глинозема были разработаны многочисленные методы удаления примесей в растворах и уменьшения их накопления. Большинство методов удаления примесей являются специфичными для конкретной примеси, что усложняет всю схему. Например, кремний может быть удален путем осаждения продукта обескремнивания, фосфор - путем добавления извести с образованием гидроксиапатита, а ванадий - путем образования солей фторванадата.

[0006] Слоистые двойные гидроксиды (LDH) представляют собой семейство пластинчатых минералов, состоящих из положительно заряженных слоев, сбалансированных по заряду с гидратированными слабосвязанными анионами, расположенными в межслоевых пространствах. Большинство LDH представляют собой бинарные системы, в которых заряд на слоях обусловлен замещением некоторых двухвалентных катионных участков в решетке одновалентными и/или трехвалентными катионами, что дает общую формулу:





где  $M^I$ ,  $M^{II}$  и  $M^{III}$  соответственно означают одно-, двух- и трехвалентные металлические катионы внутри слоев, а А означает межслойный анион (анионы).

[0007] В вышеприведенной формуле А может быть одно-, двух- и трехвалентным, если общий заряд структуры при этом остается нейтральным.

[0008] Наиболее распространенными естественными LDH являются соединения группы гидроталькита (НТС), характеризующиеся соотношением  $M^{2+}:M^{3+} = 3:1$ . Гидроталькит представляет собой структуру Mg-Al и имеет общую формулу  $[Mg_3Al(OH)_6]_2 \cdot X \cdot nH_2O$ , где X означает балансирующий заряд анион (анионы).

[0009] Другой группой LDH, упоминаемой в настоящем описании, является группа гидрокальюмита (НСМ), которая характеризуется соотношением  $M^{2+}:M^{3+} = Ca^{2+}:Al^{3+} = 2:1$ . Гидрокальюмит имеет общую формулу  $[Ca_2Al(OH)_6]_x \cdot X \cdot nH_2O$ , где X более конкретно означает один блок формулы однозарядного аниона или половину двухзарядного аниона. Следует понимать, что эта формула является общей, и что X может быть комбинацией анионов.

[0010] В данном описании, если контекст не требует иного, под словом «содержать» или его вариациями, такими как «содержит» или «содержащий», будет подразумеваться включение указанного целого числа или группы целых чисел, но не исключение какого-либо другого целого числа или группы целых чисел.

[0011] В данном описании, если контекст не требует иного, под словом «раствор» или его вариациями, такими как «растворы», следует понимать густые суспензии, суспензии и другие смеси, содержащие нерастворенные твердые вещества.

[0012] Предшествующее обсуждение текущего уровня техники для настоящего изобретения предназначено для облегчения понимания настоящего изобретения. Однако следует понимать, что это обсуждение не является подтверждением или признанием того, что любой упомянутый материал был частью общих знаний в Австралии или любой другой стране на дату приоритета.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0013] В соответствии с настоящим изобретением, предлагается способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

формирования слоистого двойного гидроксида; и

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид,

в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний.

[0014] Важным свойством байеровского раствора является его щелочность, общее количество щелочных химикатов в растворе. Большая часть щелочности раствора создается присутствующим гидроксидом натрия, а также карбонатом натрия. Общая

щелочность байеровского раствора обычно описывается в терминах его ТА, которая измеряется в г/л в пересчете на  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

[0015] В контексте настоящего изобретения термин включение следует понимать как включающий в себя интеркаляцию примесей и адсорбцию примесей.

[0016] Следует иметь в виду, что примеси могут существовать в байеровском растворе во многих формах, включая оксианионы.

[0017] Предпочтительно желаемая ТА составляет менее 160 г/л.

[0018] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию контроля концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровской схеме. Контроль концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровской схеме может содержать измерение концентрации по меньшей мере одной примеси в любом месте внутри байеровской схемы.

[0019] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА.

[0020] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

перед стадией:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА.

[0021] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

после стадии:

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

[0022] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

как до, так и после стадии:

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

[0023] Концентрация по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе после формирования слоистого двойного гидроксида становится меньше, чем концентрация по меньшей мере одной примеси до стадии добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору.

[0024] В одной форме настоящего изобретения способ содержит стадию: получения байеровского раствора с желаемой ТА.

[0025] В одной форме настоящего изобретения способ содержит стадию: обработки байеровского раствора для получения байеровского раствора с желаемой ТА.

[0026] Байеровский раствор может быть обработан до стадии добавления к байеровскому раствору оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, чтобы уменьшить ТА байеровского раствора. Обработка байеровского раствора для уменьшения ТА может включать в себя разбавление байеровского раствора водой или вторым байеровским раствором.

[0027] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

разбавления байеровского раствора до или одновременно со стадией:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

[0028] Степень включения по меньшей мере одной примеси выгодно увеличивается с разбавлением раствора.

[0029] В одной форме настоящего изобретения ТА устанавливается равной предопределенному значению для максимизации включения по меньшей мере одной целевой примеси.

[0030] В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 10%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 20%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 30%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 40%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 50%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 60%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной

примеси по меньшей мере на 70%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 80%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 90%.

[0031] Авторы настоящего изобретения обнаружили, что когда ТА байеровского раствора составляет менее 160 г/л, можно включить фосфор, кремний и ванадий в слоистые двойные гидроксиды, и тем самым удалить их из байеровского раствора. Степень включения увеличивается с уменьшением ТА. Настоящее изобретение позволяет собирать и удалять эти примеси из байеровских растворов. При определенных условиях возможно предпочтительно удалять эти примеси, а не другие примеси.

[0032] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

добавления по меньшей мере одной примеси к байеровскому раствору для получения обогащенного байеровского раствора;

перед стадией:

формирования слоистого двойного гидроксида.

[0033] Предпочтительно стадия:

добавления по меньшей мере одной примеси к байеровскому раствору для получения обогащенного байеровского раствора;

выполняется до стадии:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

[0034] Предпочтительно по меньшей мере одна примесь, добавляемая к байеровскому раствору, является той же самой, что и по меньшей мере одна примесь, включаемая в слоистый двойной гидроксид.

[0035] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

отделения слоистого двойного гидроксида от байеровского раствора для получения раствора с уменьшенным содержанием примеси.

[0036] Предпочтительно раствор с уменьшенным содержанием примеси возвращается в байеровскую схему.

[0037] В предпочтительных формах настоящего изобретения формирование слоистого двойного гидроксида при условиях желаемой ТА облегчает включение по меньшей мере одной примеси сверх по меньшей мере одной другой примеси.

[0038] В контексте настоящего описания термин «облегчает» не должен ограничиваться включением одной примеси с исключением других.

[0039] В предпочтительных формах настоящего изобретения желаемая ТА способствует включению по меньшей мере одной примеси сверх по меньшей мере одной

другой примеси.

[0040] В контексте настоящего описания термин «способствует» не должен ограничиваться включением одной примеси с исключением других.

[0041] Следует иметь в виду, что стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид не обязательно означает, что вся упомянутая примесь в байеровском растворе включается в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

[0042] Байеровский раствор предпочтительно представляет собой переливную жидкость промывочного аппарата, разбавленный отработанный раствор, разбавленный алюминатный раствор или озерную воду.

[0043] Следует иметь в виду, что оксид и/или гидроксид металла, отличающегося от алюминия, должен быть таким, который может образовывать слоистый двойной гидроксид. В предпочтительных формах настоящего изобретения металл, отличающийся от алюминия, выбирается из группы, содержащей кальций и магний.

[0044] Предпочтительно слоистый двойной гидроксид представляет собой гидрокалюмит и/или гидроталькит.

[0045] Предпочтительно оксид металла, отличающегося от алюминия, является гидроксидом кальция. Предпочтительно гидроксид кальция готовится путем гашения оксида кальция. Предпочтительно оксид кальция гасится в озерной воде. Следует иметь в виду, что добавление гашеной извести к байеровскому раствору будет уменьшать ТА упомянутого раствора.

[0046] Следует иметь в виду, что загрузка извести будет зависеть от типа и концентрации раствора. В то время как желательно максимизировать преобразование в гидрокалюмит, следует соблюдать осторожность, чтобы не извлечь из раствора слишком много глинозема или карбоната.

[0047] В одной форме настоящего изобретения байеровский раствор имеет ТА менее 100 г/л. В одной альтернативной форме настоящего изобретения байеровский раствор имеет ТА менее 75 г/л.

[0048] В одной альтернативной форме настоящего изобретения байеровский раствор имеет ТА 50-100 г/л.

[0049] Следует иметь в виду, что желаемая ТА будет зависеть от выбора раствора. Если раствор представляет собой переливную жидкость промывочного аппарата, разбавленный отработанный раствор или разбавленный алюминатный раствор, ТА предпочтительно составляет 50-75 г/л. Если раствор представляет собой озерную воду, ТА предпочтительно составляет менее 50 г/л.

[0050] Учитывая, что включению ионов фосфора, кремния и ванадия способствует более низкая ТА, можно использовать способ по настоящему изобретению для выделения этих примесей из других в байеровских растворах.

[0051] Настоящее изобретение позволяет пользователю выбрать такую ТА, которая обеспечивает наилучшее абсолютное или относительное удаление по меньшей мере одной

примеси по сравнению по меньшей мере с одной другой примесью.

[0052] Способ настоящего изобретения предлагает выгодное транспортное средство для удаления целевых примесей из байеровских растворов. До настоящего времени это не было достижимо, поскольку связь включения примесей в слоистые двойные гидроксиды и ТА не была известна. Управляя значением ТА байеровского раствора, теперь можно изменять селективность слоистых двойных гидроксидов для некоторых примесей.

[0053] Способ по настоящему изобретению может использоваться для получения замещенных примесью слоистых двойных гидроксидов.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0054] Дополнительные особенности настоящего изобретения более полно описываются в следующем описании нескольких неограничивающих вариантов его осуществления. Это описание включено исключительно в целях иллюстрирования настоящего изобретения. Его не следует понимать как ограничение приведенных выше сущности, раскрытия или описания изобретения. Это описание будет сделано со ссылкой на сопроводительные чертежи, в которых:

Фиг. 1 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с отработанным раствором 1-й очистительной установки, показанным в Таблице 1;

Фиг. 2 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с отработанным раствором 2-й очистительной установки, показанным в Таблице 2;

Фиг. 3 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$  и  $V_2O_5$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с отработанным раствором 3-й очистительной установки, показанным в Таблице 3;

Фиг. 4 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с алюминатным раствором 1-й очистительной установки, показанным в Таблице 4;

Фиг. 5 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  в гидрокалюмит для растворов, обогащенных  $P_2O_5$ .

#### ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[0055] В данном описании, если контекст не требует иного, под словом «содержать» или его вариациями, такими как «содержит» или «содержащий», будет подразумеваться включение указанного целого числа или группы целых чисел, но не исключение какого-либо другого целого числа или группы целых чисел.

[0056] Специалисту в данной области техники будет понятно, что описанное в настоящем документе изобретение может быть подвергнуто вариациям и модификациям, отличающимся от конкретно описанных. При этом следует понимать, что настоящее изобретение включает в себя все такие вариации и модификации. Настоящее изобретение также включает в себя все стадии, особенности, композиции и соединения, упомянутые

или обозначенные в данном описании, индивидуально или совместно, а также любые и все комбинации или любые две или более стадий или особенностей.

### **Экспериментальная часть**

[0057] Для дополнительного описания настоящего изобретения теперь будет описана серия экспериментов. Следует понимать, что следующее описание экспериментов не ограничивает общность приведенного выше описания изобретения.

[0058] Эксперименты проводились в 3-литровых сосудах из нержавеющей стали с водяной рубашкой при постоянном перемешивании со скоростью 1000 об/мин. Температура поддерживалась равной 60°C, и сосуды имели перегородки для обеспечения хорошего перемешивания. Продолжительность каждого эксперимента составляла 1 час.

[0059] Использовались растворы из трех установок очистки глинозема (в дальнейшем упоминаемых как 1-я очистительная установка, 2-я очистительная установка и 3-я очистительная установка), и гашеная известь поступала из 2-й очистительной установки. Гашеная известь обычно имела концентрацию твердых веществ 250 г/л с доступным содержанием СаО приблизительно 56%. Эта известь была произведена путем гашения в озерной воде 2-й очистительной установки.

[0060] Соотношения извести и раствора поддерживались постоянными, а ТА варьировалась путем изменения количества дистиллированной воды, добавляемой к реакционной смеси. Полный реакционный объем составлял приблизительно 2 л.

[0061] Концентрация примеси в первоначальном отработанном растворе и выходном растворе определялась с помощью ICP-OES. Количество удаленных примесей вычислялось из материального баланса суммарного количества примесей в потоках питания (раствора и озерной воды из гашеной извести) и суммарного количества примесей в выходном растворе. При этом считалось, что разность между питанием и выходом обусловлена включением в гидрокалюмит. Благодаря значительному изменению объема во время реакции, для определения объема выходного раствора должен был использоваться внутренний стандарт. В качестве внутреннего стандарта использовался малонат натрия, поскольку он не включается в гидрокалюмит.

[0062] Влияние ТА на поглощение  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$  и  $V_2O_5$  изучалось с помощью отработанных растворов из всех трех очистительных установок и алюминатного раствора из 1-й очистительной установки.

[0063] Концентрация извести, добавляемой к реакционной смеси, составляла 100 г СаО на литр отработанного раствора для экспериментов с 1-й очистительной установкой (как в отработанном, так и в алюминатном растворе) и со 2-й очистительной установкой, и 125 г СаО на литр отработанного раствора из 3-й очистительной установки. Полный объем жидкости составил приблизительно 2 л (раствор плюс дистиллированная вода плюс озерная вода из суспензии извести [88% объема суспензии извести]).

[0064] Этот образец отработанного раствора из 1-й очистительной установки имел ТА 262 г/л (в пересчете на  $Na_2CO_3$ ). Этот раствор был разбавлен в соответствии с Таблицей 1, чтобы произвести ряд растворов с уменьшающейся ТА. Фактическая ТА

реакционных смесей (ТА реакции) была меньше, чем при разбавлении одной водой из-за дополнительного разбавления, вызванного озерной водой, содержащейся в известковой суспензии. Суспензия извести добавлялась пропорционально добавленному количеству исходного отработанного раствора питания, поэтому объем известковой суспензии и концентрация извести в реакторе уменьшаются в ходе экспериментальных прогонов. СаО добавлялся относительно постоянно по отношению к раствору питания (приблизительно 104 г/л).

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	0,97	110,1	106	165,9
2	1,15	0,24	0,86	98,4	106	147,4
3	1,00	0,48	0,74	85,9	105	129,1
4	0,85	0,73	0,63	73,4	105	109,6
5	0,70	0,98	0,52	60,3	104	90,4
6	0,55	1,24	0,40	47,0	103	70,7
7	0,40	1,52	0,29	33,3	101	50,7
8	0,23	1,72	0,17	20,3	103	30,2

Таблица 1. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 1-й очистительной установкой

[0065] Фиг. 1 показывает количество удаленного фосфора и кремнезема на тонну произведенного гидрокальюмита для отработанного раствора 1-й очистительной установки. По мере того, как ТА реакции уменьшается, поглощение гидрокальюмитом как  $P_2O_5$ , так и  $SiO_2$  увеличивается. И для  $P_2O_5$ , и для  $SiO_2$  предполагается, что ни одна из этих примесей в твердых частицах извести не растворяется при этих умеренных условиях реакции, так что они исключаются из входного материального баланса (анализ XRF показывает обычно 0,94% для  $SiO_2$  и 0,11% для  $P_2O_5$  в твердых частицах извести). При неразбавленной ТА, без добавления дополнительной воды (прогон 1), поглощение  $P_2O_5$  составило 0 г/т, и наблюдалось увеличение  $SiO_2$  в нормализованном малонатом продуктивном растворе (с отрицательным поглощением), что указывает на то, что часть  $SiO_2$  из твердой фазы извести растворялась. Это означает, что может быть более высокое поглощение примесей, если есть растворение примесей из твердой фазы извести, но поскольку это поглощение трудно определить количественно, оно было исключено из материального баланса.

[0066] Концентрация  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в растворе питания составила 168 мг/л и 715 мг/л. Процент удаления при самой низкой ТА составил 75% для  $P_2O_5$  и 67% для  $SiO_2$ . В прогоне с самой низкой ТА имелись небольшие количества  $P_2O_5$  и  $SiO_2$ , оставшихся в продуктивном растворе в конце эксперимента (4,6 мг/л  $P_2O_5$  и 25,7 мг/л  $SiO_2$ ).

[0067] Поглощение  $SiO_2$  и  $P_2O_5$  было также протестировано в отработанном растворе 2-й очистительной установки (см. Таблицу 2), и показало аналогичное увеличение поглощения с уменьшением ТА (Фиг. 2). Начальная ТА раствора составляла

256 г/л. Поглощение, по-видимому, существенно не изменилось между двумя самыми низкими ТА реакции для этих экспериментов.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	0,96	108,9	104	163,5
2	1,15	0,24	0,85	97,2	104	145,2
3	1,00	0,48	0,74	85,3	104	126,7
4	0,85	0,73	0,62	72,4	103	107,8
5	0,70	0,98	0,51	59,4	102	88,7
6	0,55	1,24	0,39	46,3	101	69,3
7	0,40	1,52	0,28	33,0	100	49,6
8	0,23	1,72	0,17	20,2	102	29,6

Таблица 2. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 2-й очистительной установкой

[0068] В этом растворе концентрация  $P_2O_5$  составляла 149 мг/л, а концентрация  $SiO_2$  составляла 765 мг/л, и 70% и 63% примесей было удалено в прогоне с самой низкой ТА. Поглощение  $SiO_2$  было выше в растворе 2-й очистительной установки, чем в растворе 1-й очистительной установки, что соответствует тому, что концентрация  $SiO_2$  в начальном растворе 2-й очистительной установки была выше (765 мг/л против 715 мг/л для 1-й очистительной установки). Поглощения были подобными для  $P_2O_5$ , где 1-я очистительная установка имела немного более высокую концентрацию  $P_2O_5$  по сравнению со 2-й очистительной установкой, 168 мг/л против 149 мг/л.

[0069] Эти эксперименты были повторены с отработанным раствором 3-й очистительной установки; на сей раз при более высокой загрузке СаО. Экспериментальные растворы показаны в Таблице 3. Начальная ТА этого раствора составляла 272 г/л. Эти результаты также включают  $V_2O_5$  как часть анализа ICP-OES.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	1,01	128,1	125,2	171,1
2	1,15	0,24	0,89	114,4	124,7	152,3
3	1,00	0,48	0,78	101,1	125,7	132,8
4	0,85	0,73	0,66	86,3	125,1	113,1
5	0,70	0,98	0,54	71,3	124,3	93,3
6	0,55	1,24	0,43	56,8	126,0	72,8
7	0,40	1,52	0,31	40,7	124,9	52,3
8	0,23	1,72	0,18	24,8	126,1	31,3

Таблица 3. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 3-й очистительной установкой

[0070] Для всех трех примесей поглощение в гидроксиде алюминия увеличивалось с

уменьшением ТА (Фиг. 3). По сравнению с растворами 1-й и 2-й очистительных установок поглощение  $\text{SiO}_2$  оказалось положительным при более низкой ТА (приблизительно 130 г/л по сравнению со 150 г/л для раствора 1-й очистительной установки и всех тестов для раствора 2-й очистительной установки). Это произошло из-за растворения некоторого количества  $\text{SiO}_2$  в извести, и более высокая загрузка извести в экспериментах с раствором 2-й очистительной установки означала, что необходимо было достичь более низкой ТА до того, как чистое поглощение превысит растворение. Благодаря этому, хотя более высокая загрузка извести дала более высокий выход на литр раствора, при данной ТА поглощение было меньше для 3-й очистительной установки, чем для двух других. Наклоны точек  $\text{SiO}_2$  на Фиг. 1-3 указывают, что 1 в цифрах - 3 были аналогичными, что указывает на то, что изменение поглощения от ТА не менялось для этих трех растворов.

[0071] Поглощение  $\text{SiO}_2$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  было также протестировано в алюминатном растворе 1-й очистительной установки (см. Таблицу 4), и показало аналогичное увеличение поглощения с уменьшением ТА (Фиг. 4). Начальная ТА этого раствора составляла 247,5 г/л, что было ниже, чем для отработанных растворов трех очистительных установок.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	0,96	108,9	104,0	158,3
2	1,15	0,24	0,85	97,2	104,0	140,5
3	1,00	0,48	0,74	85,3	104,0	122,6
4	0,85	0,73	0,62	72,4	103,0	104,3
5	0,70	0,98	0,51	59,4	102,0	85,9
6	0,55	1,24	0,39	46,3	101,0	67,1
7	0,40	1,52	0,28	33,0	100,0	48,0
8	0,23	1,72	0,17	20,2	102,0	28,6

Таблица 4. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 1-й очистительной установкой

[0072] Поглощение фосфора увеличивалось по мере уменьшения ТА, как и для отработанных растворов, но поглощение в алюминатном растворе было значительно более высоким для  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Поглощение  $\text{SiO}_2$  также показывает тенденцию к увеличению с уменьшением ТА, хотя поглощение  $\text{SiO}_2$  было ниже в алюминатном растворе 1-й очистительной установки, чем в отработанном растворе 1-й очистительной установки.

[0073] Поглощение этих трех примесей было исследовано в озерной воде 1-й очистительной установки и 3-й очистительной установки с ТА 27 г/л и 23 г/л соответственно. В отличие от предыдущей серии экспериментов, где вода добавлялась для понижения ТА, количество добавляемой суспензии извести было доведено до 20 г/л (на основе объема реактора), что было аналогично количеству добавленной извести для экспериментов с отработанным раствором при самой низкой ТА. Никакой

дополнительной воды к реакционному раствору не добавлялось. Условия реакции и поглощение для  $P_2O_5$  и  $V_2O_5$  показаны в Таблице 5. Благодаря тому, что уровни  $SiO_2$  в озерной воде близки к пределу чувствительности метода ICP-OES, результаты для  $SiO_2$  были исключены из расчета удаления примесей. Сравнение поглощения  $P_2O_5$  в озерной воде 1-й очистительной установки с отработанным раствором с наименьшим разбавлением показало более низкое поглощение в озерной воде, чем в отработанном растворе. Это различие может быть связано с тем, что начальная и конечная озерная вода находятся у нижнего конца аналитического диапазона, где материальный баланс разбавленного раствора 45Е вычислялся на основе анализа чистого раствора. Результаты для  $P_2O_5$  и  $V_2O_5$  были более сопоставимыми при сравнении разбавленных отработанного раствора и озерной воды 3-й очистительной установки.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)	Поглощение $P_2O_5$ (г/т)	Поглощение $V_2O_5$ (г/т)
1-й - 1	2,02	0,15	20,2	11,7	27,2	264,3	112,6
1-й - 2	2,02	0,15	20,2	11,7	27,2	308,0	131,6
3-й - 1	1,50	0,11	20,0	11,5	22,7	415,4	255,8
3-й - 2	1,50	0,11	20,0	11,5	22,7	453,2	406,4

Таблица 5. Условия раствора и поглощение примесей для экспериментов с озерной водой 1-й очистительной установки и 3-й очистительной установки

[0074] Для дальнейшего исследования поглощения фосфора  $P_2O_5$  был добавлен в чистый отработанный раствор 1-й очистительной установки и в разбавленный отработанный раствор 1-й очистительной установки (условия с низкой ТА). Были подготовлены три раствора: 2 литра чистого раствора, 2 литра раствора с добавлением 50 мг/л  $P_2O_5$  и 2 литра раствора с добавлением 100 мг/л  $P_2O_5$ . Добавление  $P_2O_5$  осуществлялось путем добавления 5 или 10 мл маточного раствора  $P_2O_5$  с концентрацией 20 мг/мл (107,13 г/л  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ ). Эти три раствора с 0, 50 или 100 мг/л дополнительного  $P_2O_5$  использовались неразбавленными или разбавленными водой до 25% (Таблица 6).

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)	Дополнительный $P_2O_5$ (мг/л)	Примечания
1	1,2	0	1,05	136,7	141,0	155,09	0	Чистый раствор
2	1,2	0	1,05	136,7	141,0	154,45	50	Чистый раствор
3	1,2	0	1,05	136,7	141,0	154,45	100	Чистый раствор
4	0,4	1,2	0,35	52,6	141,0	57,31	0	Низкая ТА
5	0,4	1,2	0,35	52,6	141,0	57,07	50	Низкая ТА

6	0,4	1,2	0,35	52,6	141,0	57,07	100	Низкая ТА
---	-----	-----	------	------	-------	-------	-----	-----------

Таблица 6. Добавление  $P_2O_5$  в реакционные смеси отработанного раствора 1-й очистительной установки

[0075] Таблица 7 показывает концентрацию  $P_2O_5$  в исходном растворе (без разбавления благодаря извести и воде [для прогонов 4-6]), в конечном растворе (как в сыром, так и с поправкой на чистый раствор с нормализацией малонатом), разность концентраций и удаление примесей на основе материального баланса.

№ прогона	$P_2O_5$ в чистом растворе (мг/л)	$P_2O_5$ в продуктово м растворе (мг/л)	$P_2O_5$ в продуктово м растворе (нормализованная)* (мг/л)	Разность начальная-конечная (мг/л)	Удаление примеси (г/т)
1	150,9	99,5	146,7	4,2	-29
2	201,2	122,0	180,2	21,0	8
3	253,3	139,7	207,4	45,9	68
4	150,9	15,5	63,4	87,5	216
5	201,2	12,8	52,4	148,8	379
6	253,3	13,7	57,4	195,9	501

Таблица 7. Растворы для экспериментов по добавлению  $P_2O_5$  \* Нормализованная до состояния чистого раствора с коррекцией малонатом для учета изменения объема

[0076] Фиг. 5 показывает поглощение при двух различных концентрациях раствора для трех концентраций  $P_2O_5$ . Поглощение примесей было значительно более высоким при более низкой ТА, чем при ТА неразбавленного раствора. При данной ТА поглощение  $P_2O_5$  увеличивалось с добавлением  $P_2O_5$ , но для растворов с более высокой ТА добавление дополнительных 50 или 100 мг/л  $P_2O_5$  не приводило к дополнительному удалению 50 или 100 мг/л. Для этих трех разбавленных растворов оставшийся  $P_2O_5$  в продуктово м растворе упал до уровня 12-15 мг/л при трех концентрациях  $P_2O_5$ , что позволяет предположить, что при этих концентрациях  $P_2O_5$  почти полностью удаляется, несмотря на исходную концентрацию.

## ИЗМЕНЕННОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-566064EA/61

### СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПРИМЕСЕЙ В БАЙЕРОВСКИХ РАСТВОРАХ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

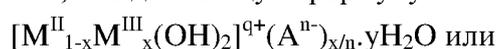
[0002] Процесс Байера широко используется для производства глинозема из содержащих глинозем руд, таких как боксит. Этот процесс включает в себя контактирование содержащих глинозем руд с рециркулирующими растворами щелочных алюминатов при повышенных температурах в процессе, обычно называемом вывариванием. Твердые вещества удаляются из полученной суспензии, и раствор охлаждается.

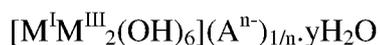
[0003] Гидроксид алюминия добавляется к раствору в качестве затравки, чтобы вызвать осаждение из него дополнительного гидроксида алюминия. Осажденный гидроксид алюминия отделяется от раствора щелочного алюмината, часть гидроксида алюминия возвращается для использования в качестве затравки, а остальная часть извлекается в качестве продукта. Оставшийся раствор щелочного алюмината возвращается для дополнительного вываривания содержащей глинозем руды.

[0004] Бокситовая руда обычно содержит неорганические примеси, количество которых зависит от источника боксита. По мере того, как гидроксид алюминия осаждается и боксит растворяется, концентрация гидроксида натрия, присутствующего в технологическом растворе, уменьшается, в то время как концентрация примесей увеличивается, снижая эффективность раствора для вываривания дополнительной содержащей алюминий руды. Соответственно, были разработаны процессы, направленные на удаление примесей из байеровских растворов.

[0005] На заводах по переработке глинозема были разработаны многочисленные методы удаления примесей в растворах и уменьшения их накопления. Большинство методов удаления примесей являются специфичными для конкретной примеси, что усложняет всю схему. Например, кремний может быть удален путем осаждения продукта обескремнивания, фосфор - путем добавления извести с образованием гидроксиапатита, а ванадий - путем образования солей фторванадата.

[0006] Слоистые двойные гидроксиды (LDH) представляют собой семейство пластинчатых минералов, состоящих из положительно заряженных слоев, сбалансированных по заряду с гидратированными слабосвязанными анионами, расположенными в межслоевых пространствах. Большинство LDH представляют собой бинарные системы, в которых заряд на слоях обусловлен замещением некоторых двухвалентных катионных участков в решетке одновалентными и/или трехвалентными катионами, что дает общую формулу:





где  $M^I$ ,  $M^{II}$  и  $M^{III}$  соответственно означают одно-, двух- и трехвалентные металлические катионы внутри слоев, а  $A$  означает межслойный анион (анионы).

[0007] В вышеприведенной формуле  $A$  может быть одно-, двух- и трехвалентным, если общий заряд структуры при этом остается нейтральным.

[0008] Наиболее распространенными естественными LDH являются соединения группы гидроталькита (НТС), характеризуемые соотношением  $M^{2+}:M^{3+} = 3:1$ . Гидроталькит представляет собой структуру Mg-Al и имеет общую формулу  $[Mg_3Al(OH)_6]_2 \cdot X \cdot nH_2O$ , где  $X$  означает балансирующий заряд анион (анионы).

[0009] Другой группой LDH, упоминаемой в настоящем описании, является группа гидрокальюмита (НСМ), которая характеризуется соотношением  $M^{2+}:M^{3+} = Ca^{2+}:Al^{3+} = 2:1$ . Гидрокальюмит имеет общую формулу  $[Ca_2Al(OH)_6]_x \cdot X \cdot nH_2O$ , где  $X$  более конкретно означает один блок формулы однозарядного аниона или половину двухзарядного аниона. Следует понимать, что эта формула является общей, и что  $X$  может быть комбинацией анионов.

[0010] В данном описании, если контекст не требует иного, под словом «содержать» или его вариациями, такими как «содержит» или «содержащий», будет подразумеваться включение указанного целого числа или группы целых чисел, но не исключение какого-либо другого целого числа или группы целых чисел.

[0011] В данном описании, если контекст не требует иного, под словом «раствор» или его вариациями, такими как «растворы», следует понимать густые суспензии, суспензии и другие смеси, содержащие нерастворенные твердые вещества.

[0012] Предшествующее обсуждение текущего уровня техники для настоящего изобретения предназначено для облегчения понимания настоящего изобретения. Однако следует понимать, что это обсуждение не является подтверждением или признанием того, что любой упомянутый материал был частью общих знаний в Австралии или любой другой стране на дату приоритета.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0013] В соответствии с настоящим изобретением, предлагается способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

формирования слоистого двойного гидроксида; и

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид,

в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний,

и включение по меньшей мере одной примеси уменьшается с увеличением ТА.

[0014] В соответствии с настоящим изобретением, предлагается способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии:

получения раствора с желаемой ТА;  
добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору;

формирования слоистого двойного гидроксида; и  
включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид,

в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний, и в котором получение раствора с более низкой ТА обеспечивает увеличенное включение сульфата и/или ТОС, чем получение раствора с более высокой ТА.

[0015] Важным свойством байеровского раствора является его щелочность, общее количество щелочных химикатов в растворе. Большая часть щелочности раствора создается присутствующим гидроксидом натрия, а также карбонатом натрия. Общая щелочность байеровского раствора обычно описывается в терминах его ТА, которая измеряется в г/л в пересчете на  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

[0016] В контексте настоящего изобретения термин включение следует понимать как включающий в себя интеркаляцию примесей и адсорбцию примесей.

[0017] Следует иметь в виду, что примеси могут существовать в байеровском растворе во многих формах, включая оксианионы.

[0018] Предпочтительно желаемая ТА составляет менее 160 г/л.

[0019] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию контроля концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровской схеме. Контроль концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровской схеме может содержать измерение концентрации по меньшей мере одной примеси в любом месте внутри байеровской схемы.

[0020] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА.

[0021] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

перед стадией:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА.

[0022] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

после стадии:

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной

гидроксид.

[0023] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

как до, так и после стадии:

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

[0024] Концентрация по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе после формирования слоистого двойного гидроксида становится меньше, чем концентрация по меньшей мере одной примеси до стадии добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору.

[0025] В одной форме настоящего изобретения способ содержит стадию:

получения байеровского раствора с желаемой ТА.

[0026] В одной форме настоящего изобретения способ содержит стадию:

обработки байеровского раствора для получения байеровского раствора с желаемой ТА.

[0027] Байеровский раствор может быть обработан до стадии добавления к байеровскому раствору оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, чтобы уменьшить ТА байеровского раствора. Обработка байеровского раствора для уменьшения ТА может включать в себя разбавление байеровского раствора водой или вторым байеровским раствором.

[0028] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

разбавления байеровского раствора

до или одновременно со стадией:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

[0029] Степень включения по меньшей мере одной примеси выгодно увеличивается с разбавлением раствора.

[0030] В одной форме настоящего изобретения ТА устанавливается равной предопределенному значению для максимизации включения по меньшей мере одной целевой примеси.

[0031] В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 10%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 20%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый

двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 30%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 40%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 50%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 60%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 70%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 80%. В одной форме настоящего изобретения стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 90%.

[0032] Авторы настоящего изобретения обнаружили, что когда ТА байеровского раствора составляет менее 160 г/л, можно включить фосфор, кремний и ванадий в слоистые двойные гидроксиды, и тем самым удалить их из байеровского раствора. Степень включения увеличивается с уменьшением ТА. Настоящее изобретение позволяет собирать и удалять эти примеси из байеровских растворов. При определенных условиях возможно предпочтительно удалять эти примеси, а не другие примеси.

[0033] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную стадию:

добавления по меньшей мере одной примеси к байеровскому раствору для получения обогащенного байеровского раствора;

перед стадией:

формирования слоистого двойного гидроксида.

[0034] Предпочтительно стадия:

добавления по меньшей мере одной примеси к байеровскому раствору для получения обогащенного байеровского раствора;

выполняется до стадии:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

[0035] Предпочтительно по меньшей мере одна примесь, добавляемая к байеровскому раствору, является той же самой, что и по меньшей мере одна примесь, включаемая в слоистый двойной гидроксид.

[0036] В одной форме настоящего изобретения способ содержит дополнительную

стадию:

отделения слоистого двойного гидроксида от байеровского раствора для получения раствора с уменьшенным содержанием примеси.

[0037] Предпочтительно раствор с уменьшенным содержанием примеси возвращается в байеровскую схему.

[0038] В предпочтительных формах настоящего изобретения формирование слоистого двойного гидроксида при условиях желаемой ТА облегчает включение по меньшей мере одной примеси сверх по меньшей мере одной другой примеси.

[0039] В контексте настоящего описания термин «облегчает» не должен ограничиваться включением одной примеси с исключением других.

[0040] В предпочтительных формах настоящего изобретения желаемая ТА способствует включению по меньшей мере одной примеси сверх по меньшей мере одной другой примеси.

[0041] В контексте настоящего описания термин «способствует» не должен ограничиваться включением одной примеси с исключением других.

[0042] Следует иметь в виду, что стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид не обязательно означает, что вся упомянутая примесь в байеровском растворе включается в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

[0043] Байеровский раствор предпочтительно представляет собой переливную жидкость промывочного аппарата, разбавленный отработанный раствор, разбавленный алюминатный раствор или озерную воду.

[0044] Следует иметь в виду, что оксид и/или гидроксид металла, отличающегося от алюминия, должен быть таким, который может образовывать слоистый двойной гидроксид. В предпочтительных формах настоящего изобретения металл, отличающийся от алюминия, выбирается из группы, содержащей кальций и магний.

[0045] Предпочтительно слоистый двойной гидроксид представляет собой гидрокалюмит и/или гидроталькит.

[0046] Предпочтительно оксид металла, отличающегося от алюминия, является гидроксидом кальция. Предпочтительно гидроксид кальция готовится путем гашения оксида кальция. Предпочтительно оксид кальция гасится в озерной воде. Следует иметь в виду, что добавление гашеной извести к байеровскому раствору будет уменьшать ТА упомянутого раствора.

[0047] Следует иметь в виду, что загрузка извести будет зависеть от типа и концентрации раствора. В то время как желательно максимизировать преобразование в гидрокалюмит, следует соблюдать осторожность, чтобы не извлечь из раствора слишком много глинозема или карбоната.

[0048] В одной форме настоящего изобретения байеровский раствор имеет ТА менее 100 г/л. В одной альтернативной форме настоящего изобретения байеровский раствор имеет ТА менее 75 г/л.

[0049] В одной альтернативной форме настоящего изобретения байеровский раствор имеет ТА 50-100 г/л.

[0050] Следует иметь в виду, что желаемая ТА будет зависеть от выбора раствора. Если раствор представляет собой переливную жидкость промывочного аппарата, разбавленный отработанный раствор или разбавленный алюминатный раствор, ТА предпочтительно составляет 50-75 г/л. Если раствор представляет собой озерную воду, ТА предпочтительно составляет менее 50 г/л.

[0051] Учитывая, что включению ионов фосфора, кремния и ванадия способствует более низкая ТА, можно использовать способ по настоящему изобретению для выделения этих примесей из других в байеровских растворах.

[0052] Настоящее изобретение позволяет пользователю выбрать такую ТА, которая обеспечивает наилучшее абсолютное или относительное удаление по меньшей мере одной примеси по сравнению по меньшей мере с одной другой примесью.

[0053] Способ настоящего изобретения предлагает выгодное транспортное средство для удаления целевых примесей из байеровских растворов. До настоящего времени это не было достижимо, поскольку связь включения примесей в слоистые двойные гидроксиды и ТА не была известна. Управляя значением ТА байеровского раствора, теперь можно изменять селективность слоистых двойных гидроксидов для некоторых примесей.

[0054] Способ по настоящему изобретению может использоваться для получения замещенных примесью слоистых двойных гидроксидов.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0055] Дополнительные особенности настоящего изобретения более полно описываются в следующем описании нескольких неограничивающих вариантов его осуществления. Это описание включено исключительно в целях иллюстрирования настоящего изобретения. Его не следует понимать как ограничение приведенных выше сущности, раскрытия или описания изобретения. Это описание будет сделано со ссылкой на сопроводительные чертежи, в которых:

Фиг. 1 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с отработанным раствором 1-й очистительной установки, показанным в Таблице 1;

Фиг. 2 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с отработанным раствором 2-й очистительной установки, показанным в Таблице 2;

Фиг. 3 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$  и  $V_2O_5$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с отработанным раствором 3-й очистительной установки, показанным в Таблице 3;

Фиг. 4 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  и  $SiO_2$  в гидрокалюмит для ряда прогонов с алюминатным раствором 1-й очистительной установки, показанным в Таблице 4;

Фиг. 5 представляет собой график, показывающий влияние ТА на включение  $P_2O_5$  в гидрокальюмит для растворов, обогащенных  $P_2O_5$ .

#### ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[0056] В данном описании, если контекст не требует иного, под словом «содержать» или его вариациями, такими как «содержит» или «содержащий», будет подразумеваться включение указанного целого числа или группы целых чисел, но не исключение какого-либо другого целого числа или группы целых чисел.

[0057] Специалисту в данной области техники будет понятно, что описанное в настоящем документе изобретение может быть подвергнуто вариациям и модификациям, отличающимся от конкретно описанных. При этом следует понимать, что настоящее изобретение включает в себя все такие вариации и модификации. Настоящее изобретение также включает в себя все стадии, особенности, композиции и соединения, упомянутые или обозначенные в данном описании, индивидуально или совместно, а также любые и все комбинации или любые две или более стадий или особенностей.

#### Экспериментальная часть

[0058] Для дополнительного описания настоящего изобретения теперь будет описана серия экспериментов. Следует понимать, что следующее описание экспериментов не ограничивает общность приведенного выше описания изобретения.

[0059] Эксперименты проводились в 3-литровых сосудах из нержавеющей стали с водяной рубашкой при постоянном перемешивании со скоростью 1000 об/мин. Температура поддерживалась равной  $60^\circ\text{C}$ , и сосуды имели перегородки для обеспечения хорошего перемешивания. Продолжительность каждого эксперимента составляла 1 час.

[0060] Использовались растворы из трех установок очистки глинозема (в дальнейшем упоминаемых как 1-я очистительная установка, 2-я очистительная установка и 3-я очистительная установка), и гашеная известь поступала из 2-й очистительной установки. Гашеная известь обычно имела концентрацию твердых веществ 250 г/л с доступным содержанием  $\text{CaO}$  приблизительно 56%. Эта известь была произведена путем гашения в озерной воде 2-й очистительной установки.

[0061] Соотношения извести и раствора поддерживались постоянными, а ТА варьировалась путем изменения количества дистиллированной воды, добавляемой к реакционной смеси. Полный реакционный объем составлял приблизительно 2 л.

[0062] Концентрация примеси в первоначальном отработанном растворе и выходном растворе определялась с помощью ICP-OES. Количество удаленных примесей вычислялось из материального баланса суммарного количества примесей в потоках питания (раствора и озерной воды из гашеной извести) и суммарного количества примесей в выходном растворе. При этом считалось, что разность между питанием и выходом обусловлена включением в гидрокальюмит. Благодаря значительному изменению объема во время реакции, для определения объема выходного раствора должен был использоваться внутренний стандарт. В качестве внутреннего стандарта использовался малонат натрия, поскольку он не включается в гидрокальюмит.

[0063] Влияние ТА на поглощение  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$  и  $V_2O_5$  изучалось с помощью отработанных растворов из всех трех очистительных установок и алюминатного раствора из 1-й очистительной установки.

[0064] Концентрация извести, добавляемой к реакционной смеси, составляла 100 г CaO на литр отработанного раствора для экспериментов с 1-й очистительной установкой (как в отработанном, так и в алюминатном растворе) и со 2-й очистительной установкой, и 125 г CaO на литр отработанного раствора из 3-й очистительной установки. Полный объем жидкости составил приблизительно 2 л (раствор плюс дистиллированная вода плюс озерная вода из суспензии извести [88% объема суспензии извести]).

[0065] Этот образец отработанного раствора из 1-й очистительной установки имел ТА 262 г/л (в пересчете на  $Na_2CO_3$ ). Этот раствор был разбавлен в соответствии с Таблицей 1, чтобы произвести ряд растворов с уменьшающейся ТА. Фактическая ТА реакционных смесей (ТА реакции) была меньше, чем при разбавлении одной водой из-за дополнительного разбавления, вызванного озерной водой, содержащейся в известковой суспензии. Суспензия извести добавлялась пропорционально добавленному количеству исходного отработанного раствора питания, поэтому объем известковой суспензии и концентрация извести в реакторе уменьшаются в ходе экспериментальных прогонов. CaO добавлялся относительно постоянно по отношению к раствору питания (приблизительно 104 г/л).

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация CaO в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	0,97	110,1	106	165,9
2	1,15	0,24	0,86	98,4	106	147,4
3	1,00	0,48	0,74	85,9	105	129,1
4	0,85	0,73	0,63	73,4	105	109,6
5	0,70	0,98	0,52	60,3	104	90,4
6	0,55	1,24	0,40	47,0	103	70,7
7	0,40	1,52	0,29	33,3	101	50,7
8	0,23	1,72	0,17	20,3	103	30,2

Таблица 1. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 1-й очистительной установкой

[0066] Фиг. 1 показывает количество удаленного фосфора и кремнезема на тонну произведенного гидрокальюмита для отработанного раствора 1-й очистительной установки. По мере того, как ТА реакции уменьшается, поглощение гидрокальюмитом как  $P_2O_5$ , так и  $SiO_2$  увеличивается. И для  $P_2O_5$ , и для  $SiO_2$  предполагается, что ни одна из этих примесей в твердых частицах извести не растворяется при этих умеренных условиях реакции, так что они исключаются из входного материального баланса (анализ XRF показывает обычно 0,94% для  $SiO_2$  и 0,11% для  $P_2O_5$  в твердых частицах извести). При неразбавленной ТА, без добавления дополнительной воды (прогон 1), поглощение  $P_2O_5$  составило 0 г/т, и наблюдалось увеличение  $SiO_2$  в нормализованном малонате

продуктовом растворе (с отрицательным поглощением), что указывает на то, что часть  $\text{SiO}_2$  из твердой фазы извести растворялась. Это означает, что может быть более высокое поглощение примесей, если есть растворение примесей из твердой фазы извести, но поскольку это поглощение трудно определить количественно, оно было исключено из материального баланса.

[0067] Концентрация  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{SiO}_2$  в растворе питания составила 168 мг/л и 715 мг/л. Процент удаления при самой низкой ТА составил 75% для  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 67% для  $\text{SiO}_2$ . В прогоне с самой низкой ТА имелись небольшие количества  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{SiO}_2$ , оставшихся в продуктивном растворе в конце эксперимента (4,6 мг/л  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 25,7 мг/л  $\text{SiO}_2$ ).

[0068] Поглощение  $\text{SiO}_2$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  было также протестировано в отработанном растворе 2-й очистительной установки (см. Таблицу 2), и показало аналогичное увеличение поглощения с уменьшением ТА (Фиг. 2). Начальная ТА раствора составляла 256 г/л. Поглощение, по-видимому, существенно не изменилось между двумя самыми низкими ТА реакции для этих экспериментов.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация CaO в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	0,96	108,9	104	163,5
2	1,15	0,24	0,85	97,2	104	145,2
3	1,00	0,48	0,74	85,3	104	126,7
4	0,85	0,73	0,62	72,4	103	107,8
5	0,70	0,98	0,51	59,4	102	88,7
6	0,55	1,24	0,39	46,3	101	69,3
7	0,40	1,52	0,28	33,0	100	49,6
8	0,23	1,72	0,17	20,2	102	29,6

Таблица 2. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 2-й очистительной установкой

[0069] В этом растворе концентрация  $\text{P}_2\text{O}_5$  составляла 149 мг/л, а концентрация  $\text{SiO}_2$  составляла 765 мг/л, и 70% и 63% примесей было удалено в прогоне с самой низкой ТА. Поглощение  $\text{SiO}_2$  было выше в растворе 2-й очистительной установки, чем в растворе 1-й очистительной установки, что соответствует тому, что концентрация  $\text{SiO}_2$  в начальном растворе 2-й очистительной установки была выше (765 мг/л против 715 мг/л для 1-й очистительной установки). Поглощения были подобными для  $\text{P}_2\text{O}_5$ , где 1-я очистительная установка имела немного более высокую концентрацию  $\text{P}_2\text{O}_5$  по сравнению со 2-й очистительной установкой, 168 мг/л против 149 мг/л.

[0070] Эти эксперименты были повторены с отработанным раствором 3-й очистительной установки; на сей раз при более высокой загрузке CaO. Экспериментальные растворы показаны в Таблице 3. Начальная ТА этого раствора составляла 272 г/л. Эти результаты также включают  $\text{V}_2\text{O}_5$  как часть анализа ICP-OES.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии	Концентрация извести в	Концентрация CaO в	ТА реакции (г/л)
-----------	--------------------	----------------	-----------------	------------------------	--------------------	------------------

			известии (л)	реакторе (г/л)	растворе питания (г/л)	
1	1,30	0,00	1,01	128,1	125,2	171,1
2	1,15	0,24	0,89	114,4	124,7	152,3
3	1,00	0,48	0,78	101,1	125,7	132,8
4	0,85	0,73	0,66	86,3	125,1	113,1
5	0,70	0,98	0,54	71,3	124,3	93,3
6	0,55	1,24	0,43	56,8	126,0	72,8
7	0,40	1,52	0,31	40,7	124,9	52,3
8	0,23	1,72	0,18	24,8	126,1	31,3

Таблица 3. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 3-й очистительной установкой

[0071] Для всех трех примесей поглощение в гидроксиде алюминия увеличивалось с уменьшением ТА (Фиг. 3). По сравнению с растворами 1-й и 2-й очистительных установок поглощение  $\text{SiO}_2$  оказалось положительным при более низкой ТА (приблизительно 130 г/л по сравнению со 150 г/л для раствора 1-й очистительной установки и всех тестов для раствора 2-й очистительной установки). Это произошло из-за растворения некоторого количества  $\text{SiO}_2$  в известии, и более высокая загрузка известии в экспериментах с раствором 2-й очистительной установки означала, что необходимо было достичь более низкой ТА до того, как чистое поглощение превысит растворение. Благодаря этому, хотя более высокая загрузка известии дала более высокий выход на литр раствора, при данной ТА поглощение было меньше для 3-й очистительной установки, чем для двух других. Наклоны точек  $\text{SiO}_2$  на Фиг. 1-3 указывают, что 1 в цифрах - 3 были аналогичными, что указывает на то, что изменение поглощения от ТА не менялось для этих трех растворов.

[0072] Поглощение  $\text{SiO}_2$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  было также протестировано в алюминатном растворе 1-й очистительной установки (см. Таблицу 4), и показало аналогичное увеличение поглощения с уменьшением ТА (Фиг. 4). Начальная ТА этого раствора составляла 247,5 г/л, что было ниже, чем для отработанных растворов трех очистительных установок.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии известии (л)	Концентрация известии в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)
1	1,30	0,00	0,96	108,9	104,0	158,3
2	1,15	0,24	0,85	97,2	104,0	140,5
3	1,00	0,48	0,74	85,3	104,0	122,6
4	0,85	0,73	0,62	72,4	103,0	104,3
5	0,70	0,98	0,51	59,4	102,0	85,9
6	0,55	1,24	0,39	46,3	101,0	67,1
7	0,40	1,52	0,28	33,0	100,0	48,0
8	0,23	1,72	0,17	20,2	102,0	28,6

Таблица 4. Влияние ТА реакционных смесей для экспериментов с 1-й очистительной установкой

[0073] Поглощение фосфора увеличивалось по мере уменьшения ТА, как и для отработанных растворов, но поглощение в алюминатном растворе было значительно более высоким для  $P_2O_5$ . Поглощение  $SiO_2$  также показывает тенденцию к увеличению с уменьшением ТА, хотя поглощение  $SiO_2$  было ниже в алюминатном растворе 1-й очистительной установки, чем в отработанном растворе 1-й очистительной установки.

[0074] Поглощение этих трех примесей было исследовано в озерной воде 1-й очистительной установки и 3-й очистительной установки с ТА 27 г/л и 23 г/л соответственно. В отличие от предыдущей серии экспериментов, где вода добавлялась для понижения ТА, количество добавляемой суспензии извести было доведено до 20 г/л (на основе объема реактора), что было аналогично количеству добавленной извести для экспериментов с отработанным раствором при самой низкой ТА. Никакой дополнительной воды к реакционному раствору не добавлялось. Условия реакции и поглощение для  $P_2O_5$  и  $V_2O_5$  показаны в Таблице 5. Благодаря тому, что уровни  $SiO_2$  в озерной воде близки к пределу чувствительности метода ICP-OES, результаты для  $SiO_2$  были исключены из расчета удаления примесей. Сравнение поглощения  $P_2O_5$  в озерной воде 1-й очистительной установки с отработанным раствором с наименьшим разбавлением показало более низкое поглощение в озерной воде, чем в отработанном растворе. Это различие может быть связано с тем, что начальная и конечная озерная вода находятся у нижнего конца аналитического диапазона, где материальный баланс разбавленного раствора 45E вычислялся на основе анализа чистого раствора. Результаты для  $P_2O_5$  и  $V_2O_5$  были более сопоставимыми при сравнении разбавленного отработанного раствора и озерной воды 3-й очистительной установки.

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация CaO в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)	Поглощение $P_2O_5$ (г/т)	Поглощение $V_2O_5$ (г/т)
1-й - 1	2,02	0,15	20,2	11,7	27,2	264,3	112,6
1-й - 2	2,02	0,15	20,2	11,7	27,2	308,0	131,6
3-й - 1	1,50	0,11	20,0	11,5	22,7	415,4	255,8
3-й - 2	1,50	0,11	20,0	11,5	22,7	453,2	406,4

Таблица 5. Условия раствора и поглощение примесей для экспериментов с озерной водой 1-й очистительной установки и 3-й очистительной установки

[0075] Для дальнейшего исследования поглощения фосфора  $P_2O_5$  был добавлен в чистый отработанный раствор 1-й очистительной установки и в разбавленный отработанный раствор 1-й очистительной установки (условия с низкой ТА). Были подготовлены три раствора: 2 литра чистого раствора, 2 литра раствора с добавлением 50 мг/л  $P_2O_5$  и 2 литра раствора с добавлением 100 мг/л  $P_2O_5$ . Добавление  $P_2O_5$  осуществлялось путем добавления 5 или 10 мл маточного раствора  $P_2O_5$  с концентрацией 20 мг/мл (107,13 г/л  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ ). Эти три раствора с 0, 50 или 100 мг/л дополнительного  $P_2O_5$  использовались неразбавленными или разбавленными водой до 25% (Таблица 6).

№ прогона	Объем раствора (л)	Объем воды (л)	Объем суспензии извести (л)	Концентрация извести в реакторе (г/л)	Концентрация СаО в растворе питания (г/л)	ТА реакции (г/л)	Дополнительный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (мг/л)	Примечания
1	1,2	0	1,05	136,7	141,0	155,09	0	Чистый раствор
2	1,2	0	1,05	136,7	141,0	154,45	50	Чистый раствор
3	1,2	0	1,05	136,7	141,0	154,45	100	Чистый раствор
4	0,4	1,2	0,35	52,6	141,0	57,31	0	Низкая ТА
5	0,4	1,2	0,35	52,6	141,0	57,07	50	Низкая ТА
6	0,4	1,2	0,35	52,6	141,0	57,07	100	Низкая ТА

Таблица 6. Добавление P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в реакционные смеси отработанного раствора 1-й очистительной установки

[0076] Таблица 7 показывает концентрацию P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в исходном растворе (без разбавления благодаря извести и воде [для прогонов 4-6]), в конечном растворе (как в сыром, так и с поправкой на чистый раствор с нормализацией малонатом), разность концентраций и удаление примесей на основе материального баланса.

№ прогона	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в чистом растворе (мг/л)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в продуктивном растворе (мг/л)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в продуктивном растворе (нормализованная)* (мг/л)	Разность начальная-конечная (мг/л)	Удаление примеси (г/т)
1	150,9	99,5	146,7	4,2	-29
2	201,2	122,0	180,2	21,0	8
3	253,3	139,7	207,4	45,9	68
4	150,9	15,5	63,4	87,5	216
5	201,2	12,8	52,4	148,8	379
6	253,3	13,7	57,4	195,9	501

Таблица 7. Растворы для экспериментов по добавлению P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> \* Нормализованная до состояния чистого раствора с коррекцией малонатом для учета изменения объема

[0077] Фиг. 5 показывает поглощение при двух различных концентрациях раствора для трех концентраций P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Поглощение примесей было значительно более высоким при более низкой ТА, чем при ТА неразбавленного раствора. При данной ТА поглощение P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> увеличивалось с добавлением P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, но для растворов с более высокой ТА добавление дополнительных 50 или 100 мг/л P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> не приводило к дополнительному удалению 50 или 100 мг/л. Для этих трех разбавленных растворов оставшийся P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в продуктивном растворе упал до уровня 12-15 мг/л при трех концентрациях P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, что позволяет предположить, что при этих концентрациях P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> почти полностью удаляется, несмотря на исходную концентрацию.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

формирования слоистого двойного гидроксида; и

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид,

в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний.

2. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по п. 1, в котором желаемая ТА составляет менее 160 г/л.

3. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по п. 1 или 2, который содержит дополнительную стадию контроля концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровской схеме.

4. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА.

5. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

перед стадией:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА.

6. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

после стадии:

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

7. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором концентрация по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе после формирования слоистого двойного гидроксида становится меньше, чем концентрация по меньшей мере одной примеси до стадии добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору.

8. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

получения байеровского раствора с желаемой ТА.

9. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

обработки байеровского раствора для получения байеровского раствора с желаемой ТА.

10. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по п. 9, в котором байеровский раствор обрабатывается для уменьшения ТА.

11. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 10%.

12. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

добавления по меньшей мере одной примеси к байеровскому раствору для получения обогащенного байеровского раствора;

перед стадией:

формирования слоистого двойного гидроксида.

13. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор представляет собой переливную жидкость промывочного аппарата, разбавленный отработанный раствор, разбавленный алюминатный раствор или озерную воду.

14. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором металл, отличающийся от алюминия, выбирается из группы, содержащей кальций и магний.

15. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором слоистый двойной гидроксид представляет собой гидрокалюмит и/или гидроталькит.

16. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор имеет ТА менее 100 г/л.

17. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор имеет ТА менее 75 г/л.

18. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор имеет ТА 50-100 г/л.

По доверенности

**ИЗМЕНЕННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,  
ПРЕДЛОЖЕННАЯ ЗАЯВИТЕЛЕМ ДЛЯ РАССМОТРЕНИЯ**

1. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА;

формирования слоистого двойного гидроксида; и

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид,

в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний,

и включение по меньшей мере одной примеси уменьшается с увеличением ТА.

2. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах, содержащий стадии:

получения раствора с желаемой ТА;

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору;

формирования слоистого двойного гидроксида; и

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид,

в котором примеси выбираются из группы, содержащей фосфор, ванадий и кремний, и в котором получение раствора с более низкой ТА обеспечивает увеличенное включение сульфата и/или ТОС, чем получение раствора с более высокой ТА.

3. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по п. 1 или 2, в котором желаемая ТА составляет менее 160 г/л.

4. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию контроля концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровской схеме.

5. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА.

6. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

перед стадией:

добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору с желаемой ТА.

7. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

измерения концентрации по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе с желаемой ТА;

после стадии:

включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид.

8. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором концентрация по меньшей мере одной примеси в байеровском растворе после формирования слоистого двойного гидроксида становится меньше, чем концентрация по меньшей мере одной примеси до стадии добавления оксида и/или гидроксида металла, отличающегося от алюминия, к байеровскому раствору.

9. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

получения байеровского раствора с желаемой ТА.

10. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

обработки байеровского раствора для получения байеровского раствора с желаемой ТА.

11. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по п. 10, в котором байеровский раствор обрабатывается для уменьшения ТА.

12. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором стадия включения по меньшей мере одной примеси в упомянутый слоистый двойной гидроксид приводит к уменьшению концентрации по меньшей мере одной примеси по меньшей мере на 10%.

13. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., который содержит дополнительную стадию:

добавления по меньшей мере одной примеси к байеровскому раствору для получения обогащенного байеровского раствора;

перед стадией:

формирования слоистого двойного гидроксида.

14. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор представляет собой переливную жидкость промывочного аппарата, разбавленный отработанный раствор, разбавленный алюминатный раствор или озерную воду.

15. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором металл, отличающийся от алюминия, выбирается из группы, содержащей кальций и магний.

16. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором слоистый двойной гидроксид представляет собой гидрокалюмит и/или гидроталькит.

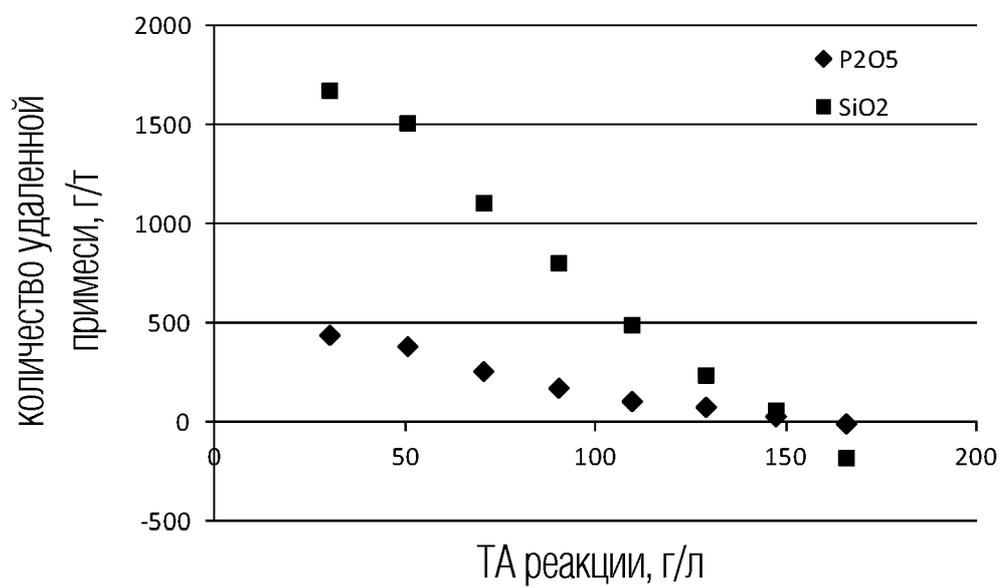
17. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор имеет ТА менее 100 г/л.

18. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор имеет ТА менее 75 г/л.

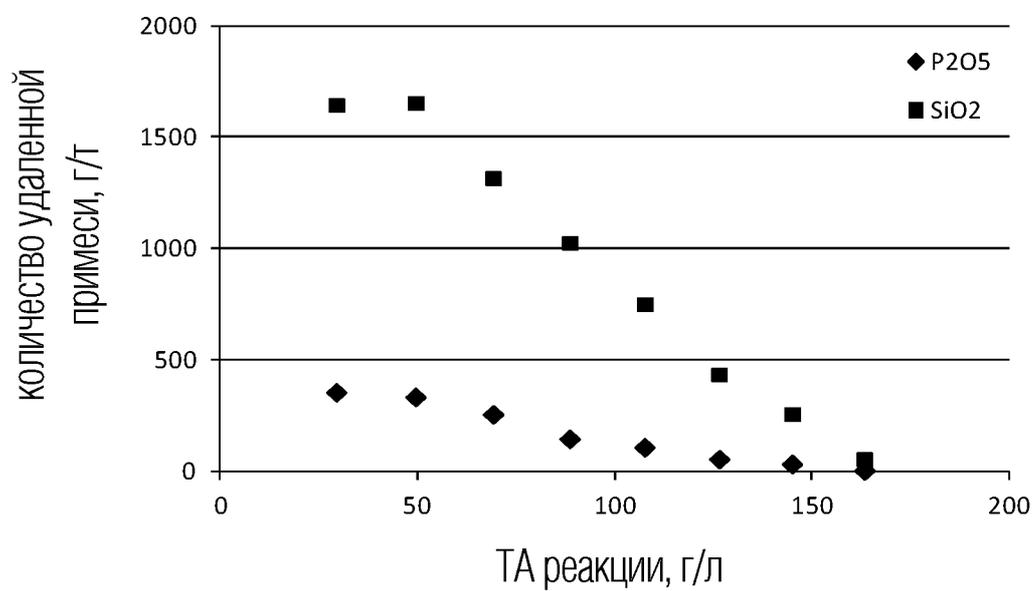
19. Способ управления концентрацией примесей в байеровских растворах по любому из предшествующих пп., в котором байеровский раствор имеет ТА 50-100 г/л.

По доверенности

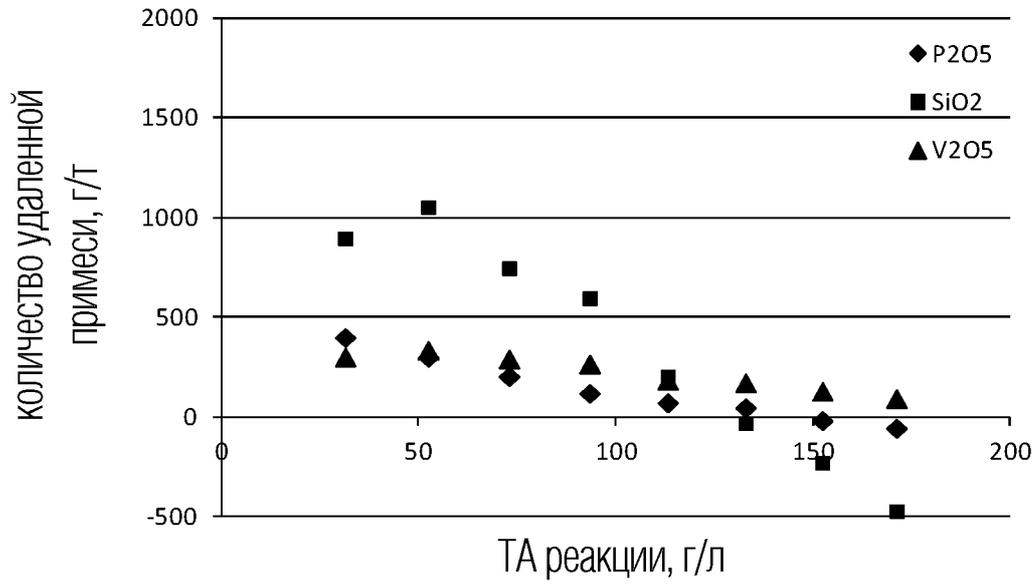
1/3



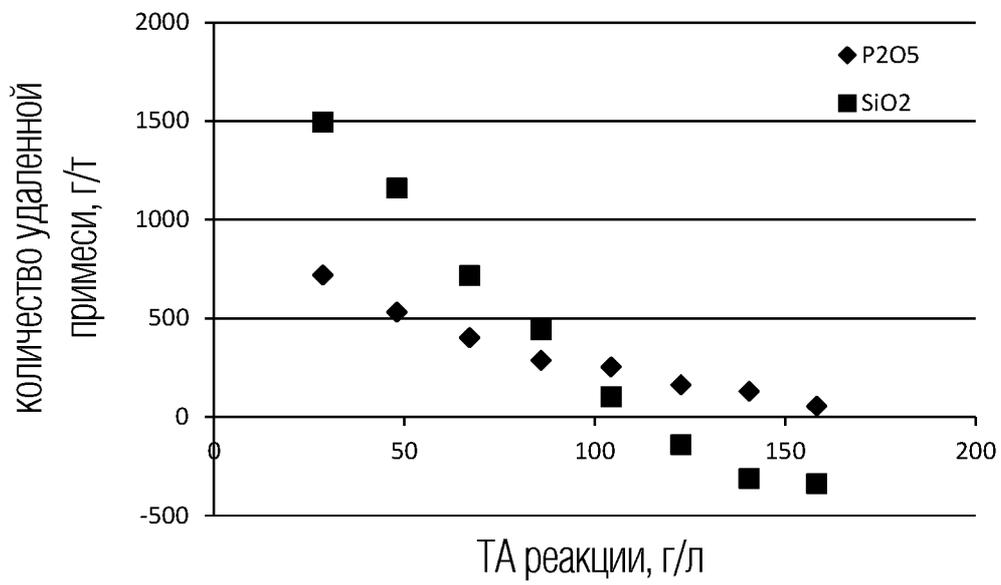
ФИГ. 1



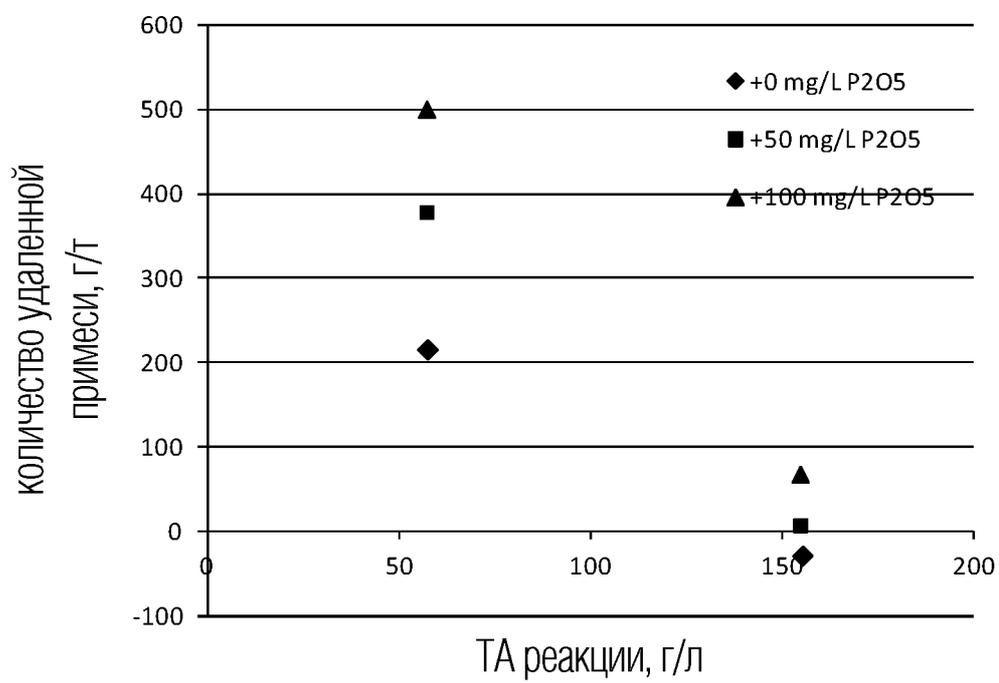
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5