

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2640071

СПОСОБ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Бричкин Вячеслав Николаевич (RU), Сизяков Виктор Михайлович (RU), Куртенков Роман Владимирович (RU), Васильев Владимир Викторович (RU), Курудимов Иван Саввич (RU)*

Заявка № 2016152574

Приоритет изобретения 29 декабря 2016 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 26 декабря 2017 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 29 декабря 2036 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C04B 7/24 (2017.08); C04B 7/246 (2017.08); Y02P 40/145 (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2016152574, 29.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.12.2016Дата регистрации:
26.12.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2016

(45) Опубликовано: 26.12.2017 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Бричкин Вячеслав Николаевич (RU),
Сизяков Виктор Михайлович (RU),
Куртенков Роман Владимирович (RU),
Васильев Владимир Викторович (RU),
Курудимов Иван Саввич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 530001 A1, 30.09.1976. RU
2246458 C1, 20.02.2005. SU 664944 A1,
30.05.1979. SU 632664 A1, 15.11.1978. GB
2193954 A1, 24.02.1988.

(54) СПОСОБ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологии производства портландцементного клинкера из нефелинового шлама, являющегося отходом производства глинозема при комплексной переработке алюминийсодержащего сырья. Способ заключается в гидрохимической обработке нефелинового шлама для производства портландцементного клинкера воздействием на шлам углекислым газом в водной среде при температуре 25-95°C в течение 2-6 ч и последующей обработкой щелочным раствором. При этом исходный поток нефелинового шлама делится на две части, одна из которых подлежит гидрохимической обработке с получением

продукта, отвечающего молярному соотношению $\text{CaO/SiO}_2 > 3$, и затем смешивается со второй частью нефелинового шлама до достижения состава сырьевой смеси, необходимого для получения алитового клинкера. Техническим результатом изобретения является снижение потока нефелинового шлама, поступающего на гидрохимическую обработку, и материалов, поступающих на вспомогательные технологические операции по разделению продуктов и промывке шлама, следствием чего является уменьшение затрат на их осуществление. 12 пр., 1 табл., 2 ил.

RU 2 640 071 C1

RU 2 640 071 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C04B 7/24 (2017.08); *C04B 7/246* (2017.08); *Y02P 40/145* (2017.08)(21)(22) Application: **2016152574, 29.12.2016**(24) Effective date for property rights:
29.12.2016Registration date:
26.12.2017

Priority:

(22) Date of filing: **29.12.2016**(45) Date of publication: **26.12.2017** Bull. № 36

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij
(otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

**Brichkin Vyacheslav Nikolaevich (RU),
Sizyakov Viktor Mikhajlovich (RU),
Kurtenkov Roman Vladimirovich (RU),
Vasilev Vladimir Viktorovich (RU),
Kurudimov Ivan Savvich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **METHOD OF HYDROCHEMICAL PROCESSING OF NEPHELINE SLUDGE**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method consists in hydrochemical processing of nepheline sludge for the production of portland cement clinker by the impact on the sludge with carbon dioxide in an aqueous medium at a temperature of 25-95°C for 2-6 h and subsequent treatment in an alkaline solution. Herewith the original flow of nepheline sludge is divided into two parts, one of which is subject to hydrochemical processing to obtain the product that meets a molar ratio $\text{CaO/SiO}_2 > 3$,

and then mixed with the second part of nepheline sludge to achieve the composition of the raw mixture required to obtain alite clinker.

EFFECT: reduction of the flow of nepheline sludge entering the hydrochemical processing and materials entering the auxiliary technological operations for product separation and washing of the sludge, which results in a reduction in the costs of their implementation.

12 ex, 1 tbl, 2 dwg

Изобретение относится к технологии производства портландцементного клинкера из нефелинового шлама, являющегося отходом производства глинозема при комплексной переработке алюминийсодержащего сырья.

Известен способ гидрохимической щелочной обработки нефелинового шлама (Абрамов В.Я., Алексеев А.И., Бадальянц Х.А. Комплексная переработка нефелино-апатитового сырья. - М.: Металлургия, 1990. - с. 219-220), сущность которого заключается в обработке нефелинового шлама раствором NaOH при температуре 95°C с целью образования активных продуктов разложения исходного двухкальциевого силиката.

Недостатком способа является необходимость многоступенчатой промывки обработанного шлама от щелочи, при этом содержание ее в шламе сохраняется на недопустимо высоком уровне (более 2%), а также достижение относительно низких показателей по степени конверсии.

Известен способ гидрохимической обработки нефелинового шлама (авторское свидетельство SU 1189833, опубл. 07.11.1985 г.), по которому обработку шлама ведут содовым раствором с концентрацией Na₂CO₃ 430-450 г/л при соотношении жидкого и твердого в пульпе равном (14,5-15):1.

Недостатком способа является необходимость многоступенчатой промывки обработанного шлама от щелочи, при этом содержание ее в шламе сохраняется на недопустимо высоком уровне (более 2%), а так же достижение относительно низких показателей по степени конверсии.

Известен способ (авторское свидетельство SU 981274, бюл. №46, заявл. 05.01.81, опубл. 17.12.82), при котором нефелиновый шлам обрабатывают поташно-содовым раствором с концентрацией Na₂CO₃ 90-120 г/л, K₂CO₃ 20-90 г/л. Как и в ранее рассмотренных аналогах, этот способ отличается большим количеством технологических операций, необходимых для отделения содово-силикатного раствора, его регенерации, промывки нефелинового шлама и утилизации промывных вод.

Недостатком способа являются относительно невысокие показатели конверсии и сохраняется недопустимо высокое содержание щелочей в промытом продукте.

Известен способ гидрохимической обработки нефелинового шлама (Абрамов В.Я. Комплексная переработка нефелино-апатитового сырья / В.Я. Абрамов, А.И. Алексеев, Х.А. Бадальянц, М.: Металлургия. 1990. С. 224-227) предлагается вести обработку содо-поташным раствором, образующимся в результате карбонизации алюминатных растворов глиноземного производства.

Недостатком способа являются относительно невысокие показатели конверсии и сохраняется недопустимо высокое содержание щелочей в промытом продукте.

Известен способ гидрохимической обработки нефелинового шлама, заключающийся в промывке шлама, обработке щелочным соединением и обработкой известковым молоком с дозировкой 1,0-5,0 молей CaO активного на один моль суммы щелочей в нефелиновом шламе при температуре 25-95°C в течение 1-4 ч (Патент РФ. 2246458, заявл. 04.12.2003, опубл. 20.02.2005).

Недостатком данного способа является необходимость ведения дополнительных технологических операций.

Известен способ гидрохимической обработки нефелинового шлама (авторское свидетельство СССР №530001, опубл. 30.09.1976 г.), принятый за прототип, согласно которому гидрохимическую обработку нефелинового шлама осуществляют в две стадии. На первой стадии его обрабатывают углекислым газом в водной среде при температуре 20-95°C в течение 2-6 часов. На второй стадии нефелиновый шлам

подвергают обработке раствором едкого натра при концентрации Na_2O 25-500 г/л с целью растворения выделившейся ранее кремнекислоты.

Основной недостаток данного способа связан с необходимостью вовлечения в процесс гидрохимической обработки всего потока белитового шлама, предназначенного для приготовления сырьевой портландцементной смеси, и соответственно осуществления для всего потока материалов вспомогательных технологических операций по сгущению и промывке продукта гидрохимической обработки, поступающего на дальнейшую переработку.

Техническим результатом является снижение потока нефелинового шлама, поступающего на гидрохимическую обработку, и материалов, поступающих на вспомогательные технологические операции по разделению продуктов и промывке шлама, следствием чего является уменьшение затрат на их осуществление.

Технический результат достигается тем, что исходный поток нефелинового шлама делится на две части, одна из которых подлежит гидрохимической обработке с получением продукта, отвечающего молярному соотношению $\text{CaO}/\text{SiO}_2 > 3$, и затем смешивается со второй частью нефелинового шлама до достижения состава сырьевой смеси, необходимого для получения алитового клинкера, расчет долей которых производится по формулам

$$x_{\text{ис}} = 1 - \frac{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} - 0,333}{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{и}} - 1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}},$$

$$x_{\text{гк}} = \frac{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} - 0,333}{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{и}} - 1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}},$$

при этом достижение состава смеси, необходимого для получения алитового клинкера, устанавливается по результатам ее анализа известными методами на содержание CaO и SiO_2 с последующим расчетом известкового модуля, который с точностью до 1% должен отвечать стехиометрии алита согласно следующему соотношению:

$$\alpha_{\text{изв}}^{\text{см}} = 60(\text{CaO})^{\text{см}}/56(\text{SiO}_2)^{\text{см}} = 3 \pm 0,03,$$

где $x_{\text{ис}}$ и $x_{\text{гк}}$ - соответственно доля исходного шлама и прошедшего гидрохимическую обработку в составе сырьевой смеси,

$\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}}$ и $\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}$ - соответственно известковый модуль исходного нефелинового шлама и после гидрохимической обработки (конечного)

$$\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} = \frac{60 \cdot (\text{CaO})^{\text{н}}}{56 \cdot (\text{SiO}_2)^{\text{н}}} \text{ и } \alpha_{\text{изв}}^{\text{к}} = \frac{60 \cdot (\text{CaO})^{\text{к}}}{56 \cdot (\text{SiO}_2)^{\text{к}}},$$

где $(\text{CaO})^{\text{н}}$ и $(\text{SiO}_2)^{\text{н}}$, $(\text{CaO})^{\text{к}}$ и $(\text{SiO}_2)^{\text{к}}$ - соответственно содержание CaO и SiO_2 в исходном шламе и после гидрохимической обработки (конечном),

$(\text{CaO})^{\text{см}}$ и $(\text{SiO}_2)^{\text{см}}$ - соответственно содержание CaO и SiO_2 в готовой сырьевой смеси для получения клинкера алитового состава,

56 и 60 - соответственно молекулярная масса CaO и SiO_2 , г/моль.

Способ поясняется следующими чертежами:

фиг. 1 - график зависимости известкового модуля нефелинового шлама после гидрохимической обработки от степени конверсии ортосиликата кальция по уравнению (1);

фиг. 2 - график зависимости доли нефелинового шлама, поступающего на гидрохимическую обработку, в составе сырьевой смеси, от степени конверсии ортосиликата кальция.

Способ осуществляется следующим образом. Нефелиновый шлам является отходом глиноземного производства при переработке нефелинового сырья способом спекания, с влажностью около 50%, после его отделения от алюминатного раствора и многостадийной противоточной промывки репульпируют водой до заданного отношения жидкого к твердому и подвергают гидрохимической обработке углекислым газом. Затем разделяют твердые и жидкие продукты гидрохимической обработки. Твердый продукт (шлам) смешивают с раствором щелочи и обрабатывают в течение времени, необходимого для растворения кремнийсодержащего компонента в установленном технологическом режиме. Полученный шлам отделяют и промывают водой до остаточного содержания щелочи в осадке (в пересчете на Na₂O) менее 1,0%. По результатам химического анализа шлама, прошедшего гидрохимическую обработку, на содержание CaO и SiO₂ выполняется расчет количества исходного нефелинового шлама для приготовления сырьевой смеси. Промытый шлам после гидрохимической обработки смешивают с расчетным количеством исходного нефелинового шлама до достижения состава сырьевой смеси, необходимой для получения алитового клинкера.

Для реализации способа в лабораторном масштабе использована проба нефелинового шлама, полученного в производственных условиях ЗАО «БАЗЭЛЦЕМЕНТ-ПИКАЛЕВО» и отвечающего следующему химическому составу, %: CaO - 57,12; SiO₂ - 30,4; Al₂O₃ - 2,7; Fe₂O₃ - 2,88; R₂O - 1,5. Пробу репульпируют водой до отношения жидкого к твердому равного 4, нагревают до температуры 25-95°C и обрабатывают углекислым газом в течение времени, необходимого для достижения степени конверсии от 20 до 100%. При этом были использованы одно- и многореакторные лабораторные системы Auto-LAB и Auto-MATE II с объемом реакторов от 500 мл до 5 л, позволяющие поддерживать постоянный объем жидкой фазы, стабильный режим перемешивания и температуру пульпы с точностью до 0,1 град. Затем пульпу фильтруют под вакуумом с использованием лабораторной установки, состоящей из воронки Бюхнера и колбы Бунзена или лабораторного нутч-фильтра периодического действия. Осадок снимают с фильтра (воронки Бюхнера) и смешивают со щелочным раствором, имеющим концентрацию Na₂O в пределах 25-500 г/л для растворения кремнекислоты, образовавшейся в процессе гидрохимической обработки нефелинового шлама согласно следующей стехиометрии химического взаимодействия



Степень конверсии ортосиликата кальция в карбонат кальция согласно уравнению (1) оценивается по содержанию углерода в шламе, которое определяется по результатам химического анализа с использованием анализатора углерода TOC-L (SHIMADZU). Это позволяет оценить расчетную величину известкового модуля шлама по уравнению (2), достигаемого после растворения кремнекислоты щелочным раствором по уравнению (3)

$$\alpha_{\text{изв}}^{\text{P}} = 2/(1 - \epsilon_{\text{к}}), \quad (2)$$



где $\alpha_{\text{изв}}^{\text{P}}$ - расчетный известковый модуль, который определяется молярным

отношением $\nu_{\text{CaO}}/\nu_{\text{SiO}_2}$; ν_{CaO} и ν_{SiO_2} - соответственно число молей CaO и SiO₂; ϵ_K - степень конверсии CaO, т.е. доля CaO, вступившая во взаимодействие по уравнению (1).

Уравнение (2) позволяет установить решающую роль степени конверсии ортосиликата кальция в достижении величины известкового модуля и представить эту зависимость в графическом виде на фиг. 1.

Щелочную обработку шлама проводят в агитационном режиме с использованием реакторных систем при заданной температуре и в течение установленного времени, необходимого для растворения кремнекислоты. При этом также были использованы лабораторные системы Auto-LAB и Auto-MATE II. Полученную пульпу отфильтровывают на вакуум-фильтре, промывают водой до содержания щелочи в осадке (в пересчете на Na₂O) менее 1,0% и анализируют на содержание CaO и SiO₂ известными методами, что позволяет определить известковый модуль шлама после гидрохимической обработки

$$\alpha_{\text{изв}}^K = \frac{60 \cdot (\text{CaO})^K}{56 \cdot (\text{SiO}_2)^K} \quad (4)$$

где $(\text{CaO})^K$ и $(\text{SiO}_2)^K$ - соответственно конечное содержание CaO и SiO₂ в шламе после гидрохимической обработки; 56 и 60 - соответственно молекулярная масса CaO и SiO₂, г/моль.

Доли шлама, прошедшего гидрохимическую обработку и исходного нефелинового шлама, в составе сырьевой смеси рассчитываются по формулам

$$x_{\text{ГХ}} = \frac{1/\alpha_{\text{изв}}^И - 0,333}{1/\alpha_{\text{изв}}^И - 1/\alpha_{\text{изв}}^K} \quad (5)$$

$$x_{\text{ис}} = 1 - \frac{1/\alpha_{\text{изв}}^И - 0,333}{1/\alpha_{\text{изв}}^И - 1/\alpha_{\text{изв}}^K} \quad (6)$$

где $x_{\text{ис}}$ и $x_{\text{ГХ}}$ - соответственно доля исходного шлама и прошедшего гидрохимическую обработку в составе сырьевой смеси; $\alpha_{\text{изв}}^И$ - известковый модуль исходного (необработанного) нефелинового шлама.

Так как известковый модуль исходного нефелинового шлама с точностью до одной сотой единицы соответствует стехиометрии ортосиликата кальция, то при выполнении приближенных расчетов эту величину можно округлить до 2,0 при подстановке в уравнение (5)

$$\alpha_{\text{изв}}^И = 60(\text{CaO})^И/56(\text{SiO}_2)^И = 60 \cdot 57,12/56 \cdot 30,4 = 2,013 \approx 2,0.$$

Тогда с учетом полного растворения ортокремневой кислоты по уравнению (3) и достижения величины известкового модуля, отвечающего расчетному значению по уравнению (2), после подстановки указанных величин в уравнение (5) можно получить упрощенную формулу для расчета доли шлама, прошедшего гидрохимическую обработку (7) и исходного нефелинового шлама (6), в составе сырьевой смеси

$$x_{\text{ГХ}} = 0,333/\epsilon_K, \quad (7)$$

ϵ_K - степень конверсии CaO, т.е. доля CaO, вступившая во взаимодействие по уравнению (1).

С учетом введенных упрощений доля нефелинового шлама, прошедшего

гидрохимическую обработку, в составе сырьевой смеси однозначно определяется степенью конверсии ортосиликата кальция по уравнению (1) и может быть представлена в графическом виде на фиг. 2.

Установленные по уравнениям (5) и (6) части шлама, необходимые для приготовления сырьевой смеси алитового состава, смешиваются агитационным способом в виде пульпы или в сухом виде с использованием ротационного смесителя до получения смеси однородного состава. Достижение состава, необходимого для получения алитового клинкера, устанавливается по результатам анализа смеси известными методами на содержание CaO и SiO₂ с последующим расчетом известкового модуля, который с точностью до 1% должен отвечать стехиометрии алита согласно следующему соотношению:

$$\alpha_{\text{изв}}^{\text{CM}} = 60(\text{CaO})^{\text{CM}} / 56(\text{SiO}_2)^{\text{CM}} = 3 \pm 0,03,$$

где (CaO)^{CM} и (SiO₂)^{CM} - соответственно содержание CaO и SiO₂ в готовой сырьевой смеси для получения клинкера алитового состава.

Способ поясняется следующими примерами, представленными в таблице 1.

Пример 1.

В лабораторных условиях использовали нефелиновый шлам, отобранный со шламоохранилища ЗАО «БАЗЭЛЦЕМЕНТ-ПИКАЛЕВО», который после сушки в лабораторных условиях имеет остаточную влагу 0,5%, определяемую по результатам анализа с использованием анализатора влажности МОС - 120Н (SHIMADZU). Нефелиновый шлам разбавляли водой до достижения соотношения жидкого и твердого в пульпе равного 4. Полученную пульпу нагревали до заданной температуры в диапазоне 25-95°C и подавали углекислый газ установленной концентрации. Процесс гидрохимической обработки шлама вели в течение установленного времени в интервале от 2 до 6 часов. Затем пульпу отфильтровывали на вакуум-фильтре и смешивали со щелочным раствором, концентрация которого в пересчете на Na₂O находится в диапазоне от 25 до 500 г/л. Обработку щелочным раствором вели в течение установленного времени, необходимого для растворения образовавшегося силикатного компонента. Полученную пульпу отфильтровывали с помощью вакуум-фильтра и промывали водой до содержания щелочи в пересчете на Na₂O менее 1,0%. По результатам анализа степень конверсии нефелинового шлама составила 22,63%, а известковый модуль шлама после щелочной обработки, фильтрации и промывки составил 2,61. Расчеты состава сырьевой смеси показывают, что их результаты не имеют физического смысла, и приготовление сырьевой смеси алитового состава с использованием исходного шлама и прошедшего гидрохимическую обработку невозможно.

Пример 2.

Пример 2 аналогичен Примеру 1. По результатам анализа степень конверсии нефелинового шлама составила 29,84%, а известковый модуль шлама после щелочной обработки, фильтрации и промывки составил 2,84. Расчеты состава сырьевой смеси показывают, что их результаты не имеют физического смысла, и приготовление сырьевой смеси алитового состава с использованием исходного шлама и прошедшего гидрохимическую обработку невозможно.

Пример 3.

Пример 3 аналогичен Примеру 1. По результатам анализа степень конверсии нефелинового шлама составила 34,58%, а известковый модуль шлама после щелочной

обработки, фильтрации и промывки составил 3,08. Расчет количества исходного (необработанного) нефелинового шлама и прошедшего гидрохимическую обработку выполнялся по уравнениям (5) и (6), что позволило установить следующее соотношение компонентов для приготовления сырьевой смеси алитового состава: 95,2% - шлам после гидрохимической обработки, 4,80% - исходный нефелиновый шлам.

Расчетные количества исходного нефелинового шлама и прошедшего гидрохимическую обработку смешивали с использованием описанных технологических приемов до получения однородного состава, который анализировался на содержание CaO и SiO₂, что позволило установить величину известкового модуля смеси, равную 3,02.

Пример 4-10.

Примеры 4-10 аналогичны ранее рассмотренным примерам 1-3. Результаты их выполнения сведены в табл. 1.

Пример 11

Использовали пробу нефелинового шлама, отвечающую по содержанию влаги шламу, поступающему в производство портландцемента после процесса промывки и сгущения с влажностью 50%. При этом процесс вели в аналогичных примеру 10 условиях. По результатам анализа степень конверсии нефелинового шлама составила 96,23%, а известковый модуль шлама после щелочной обработки, фильтрации и промывки составил 53,11. Расчет количества исходного (необработанного) нефелинового шлама и прошедшего гидрохимическую обработку выполнялся по уравнениям (5) и (6), что позволило установить следующее соотношение компонентов для приготовления сырьевой смеси алитового состава: 34,3% - шлам после гидрохимической обработки, 65,7% - исходный нефелиновый шлам. Расчетные количества исходного нефелинового шлама и прошедшего гидрохимическую обработку смешивали с использованием описанных технологических приемов до получения однородного состава, который анализировался на содержание CaO и SiO₂, что позволило установить величину известкового модуля смеси, равную 3,03.

Пример 12

Использовали пробу нефелинового шлама, отвечающую по содержанию влаги шламу со шламового поля с влажностью 21%. Процесс вели в аналогичных примеру 10 условиях. Результаты выполнения приведены в табл. 1.

Таблица 1 – показатели гидрохимической обработки нефелинового шлама

Пример №	Степень конверсии ($\epsilon_{\text{конв}}$), %	Известковый модуль шлама, прошедшего гидрохимическую обработку ($\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}$)	Доля шлама после гидрохимической обработки ($X_{\text{ГХ}}$)	Доля исходного шлама ($X_{\text{ис}}$)	Известковый модуль смеси ($\alpha_{\text{изв}}^{\text{см}}$)
----------	---	---	--	--	--

1	22,63	2,61	1,441	-0,441	-
2	29,84	2,84	1,132	-0,132	-
3	34,58	3,08	0,952	0,048	3,02
4	42,17	3,43	0,798	0,202	3,01
5	51,23	4,12	0,645	0,355	3,02
6	60,44	4,98	0,553	0,447	2,99
7	71,15	6,84	0,467	0,533	3,03
8	82,11	11,32	0,401	0,599	2,98
9	89,83	19,63	0,367	0,633	3,02
10	91,64	23,85	0,360	0,640	3,00
11	96,23	53,11	0,343	0,657	3,03
12	94,17	34,27	0,350	0,650	3,01

Преимущество изобретения состоит в том, что осуществление технологического процесса гидрохимической обработки нефелинового шлама с достижением степени конверсии более 33,33% позволяет уменьшить поток нефелинового шлама, поступающего на обработку, сократить затраты на вспомогательные технологические операции и управлять количеством попутно производимого портландцемента на единицу основной продукции (глинозема) при комплексной переработке алюминийсодержащего сырья.

(57) Формула изобретения

Способ гидрохимической обработки нефелинового шлама для производства портландцементного клинкера воздействием на шлам углекислым газом в водной среде при температуре 25-95°C в течение 2-6 ч и последующей обработкой щелочным раствором, отличающийся тем, что исходный поток нефелинового шлама делится на две части, одна из которых подлежит гидрохимической обработке с получением продукта, отвечающего молярному соотношению $\text{CaO}/\text{SiO}_2 > 3$, и затем смешивается со второй частью нефелинового шлама до достижения состава сырьевой смеси, необходимого для получения алитового клинкера, расчет долей которых производится по формулам

$$x_{\text{ис}} = 1 - \frac{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} - 0,333}{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} - 1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}},$$

$$x_{\text{гк}} = \frac{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} - 0,333}{1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} - 1/\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}},$$

при этом достижение состава сырьевой смеси, необходимого для получения алитового клинкера, устанавливается по результатам ее анализа известными методами на содержание CaO и SiO_2 с последующим расчетом известкового модуля, который с точностью до 1% должен отвечать стехиометрии алита согласно следующему соотношению:

$$\alpha_{\text{изв}}^{\text{см}} = 60(\text{CaO})^{\text{см}}/56(\text{SiO}_2)^{\text{см}} = 3 \pm 0,03,$$

где $x_{\text{ис}}$ и $x_{\text{гк}}$ - соответственно доля исходного шлама и прошедшего гидрохимическую обработку в составе сырьевой смеси,

$\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}}$ и $\alpha_{\text{изв}}^{\text{к}}$ - соответственно известковый модуль исходного нефелинового шлама и после гидрохимической обработки (конечного)

$$\alpha_{\text{изв}}^{\text{н}} = \frac{60 \cdot (\text{CaO})^{\text{н}}}{56 \cdot (\text{SiO}_2)^{\text{н}}} \text{ и } \alpha_{\text{изв}}^{\text{к}} = \frac{60 \cdot (\text{CaO})^{\text{к}}}{56 \cdot (\text{SiO}_2)^{\text{к}}},$$

5 где $(\text{CaO})^{\text{н}}$ и $(\text{SiO}_2)^{\text{н}}$, $(\text{CaO})^{\text{к}}$ и $(\text{SiO}_2)^{\text{к}}$ - соответственно содержание CaO и SiO₂ в исходном шламе и после гидрохимической обработки (конечном),

$(\text{CaO})^{\text{см}}$ и $(\text{SiO}_2)^{\text{см}}$ - соответственно содержание CaO и SiO₂ в готовой сырьевой смеси для получения клинкера алитового состава,

10 56 и 60 - соответственно молекулярная масса CaO и SiO₂, г/моль.

15

20

25

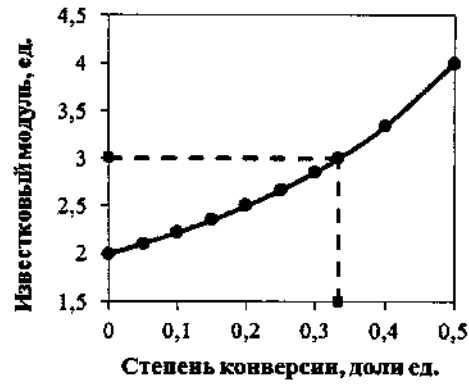
30

35

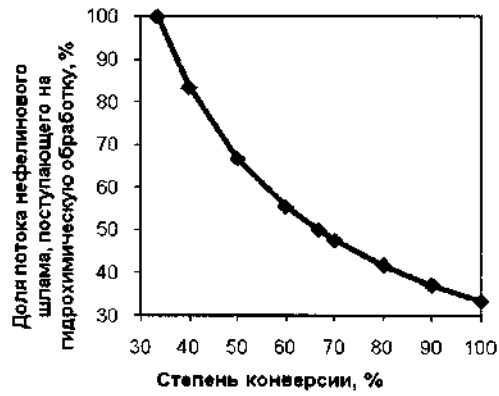
40

45

**СПОСОБ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА**



Фиг. 1



Фиг. 2