

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2477820

### СПОСОБ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ОТ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011144012

Приоритет изобретения **31 октября 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 марта 2013 г.**

Срок действия патента истекает **31 октября 2031 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Б.П. Симонов*

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Симонов", written over a white background.





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011144012/03, 31.10.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.10.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.10.2011

(45) Опубликовано: 20.03.2013 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2127850 C1, 20.03.1999. RU 2126028 C1,  
10.02.1999. SU 1791672 A1, 30.01.1993. US  
6375908 B1, 23.04.2002.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский  
государственный горный университет", отдел  
ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

**Бажин Владимир Юрьевич (RU),  
Мозер Сергей Петрович (RU),  
Патрин Роман Константинович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Санкт-  
Петербургский государственный горный  
университет" (RU)**

**(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ОТ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к утилизации отходов алюминиевого производства и охране окружающей среды. Техническим результатом изобретения является увеличение степени извлечения фторидов и цианидов. Способ обработки отработанной футеровки от электролитической плавки алюминия, включающий нагревание отработанной футеровки во вращающейся обжиговой печи с добавлением твердых окисляющих и газифицирующих соединений, при этом в качестве окисляющего соединения используют карбонат кальция, сбор выпускаемых из вращающейся печи газов, удаление из них фторидов, охлаждение продуктов нагрева и их размол. При этом перед нагреванием осуществляют дробление отработанной футеровки до крупности 15-20 мм, а затем

измельчение до класса крупности 0,35-1,5 мм с добавлением в качестве окисляющего соединения оксида кальция, и активных добавок, в качестве которых используют CaSO<sub>4</sub>, FeO в количестве 0,23-0,35 мас.% от массы отработанной футеровки. В качестве газифицирующего соединения используют кислород. Нагревание осуществляют с дутьем кислорода в объем печи при скорости вращения печи 1,5-2,5 м/мин в три стадии, при этом в первой стадии осуществляют нагрев до 400°C в течение 40-60 мин, во второй стадии температуру печи повышают от 400 до 800°C и выдерживают 60-80 мин, в третьей стадии температуру печи повышают от 800 до 1000°C и выдерживают 60-80 мин, при этом при переходе от одной стадии к другой меняют реверс вращающейся обжиговой печи. 2 з.п. ф-лы, 1 ил., 2 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011144012/03, 31.10.2011**(24) Effective date for property rights:  
**31.10.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **31.10.2011**(45) Date of publication: **20.03.2013 Bull. 8**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,  
FGBOU VPO "Sankt-Peterburgskij  
gosudarstvennyj gornyj universitet", otdel IS i TT**

(72) Inventor(s):

**Bazhin Vladimir Jur'evich (RU),  
Mozer Sergej Petrovich (RU),  
Patrin Roman Konstantinovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Sankt-  
Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **TREATMENT METHOD OF WASTE LINING FROM ELECTROLYTIC MOLTEN ALUMINIUM**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: treatment method of waste lining from electrolytic molten aluminium involves heating of waste lining in a rotating calcining furnace with addition of solid oxidising and gasifying compounds; at that, as an oxidising compound, calcium carbonate is used, accumulation of gases leaving the rotating furnace, removal of fluorides from them, cooling of heated products and their grinding. Prior to heating, waste lining is crushed to the particle size of 15-20 mm, and then, finally crushed to the particle size of 0.35-1.5 mm by adding an oxidising compound, and namely calcium oxide, and active additives, particularly CaSO<sub>4</sub>, FeO in the quantity of 0.23-0.35

wt % of the waste lining weight. Oxygen is used as a gasifying compound. Heating is performed with oxygen blasting to the furnace volume, at the furnace rotation speed of 1.5-2.5 m/min in three stages; at that, at the first stage, heating up to 400°C is performed during 40-60 minutes; at the second stage, the furnace temperature is increased up to 400 to 800°C and exposed during 60-80 minutes; at the third stage, the furnace temperature is increased up to 800 to 1000°C and exposed during 60-80 minutes; at that, when changing over from one stage to another one, reversal of the rotating calcining furnace is changed.

EFFECT: increasing removal degree of fluorides and cyanides.

3 cl, 1 dwg, 2 tbl

Изобретение относится к утилизации отходов алюминиевого производства и к охране окружающей среды.

Известен способ переработки алюминиевых отходов (пат. RU №2083699, опубл. 10.07.1997). Сущность: на поверхность металлической жидкой ванны помещают равным слоем флюс, а затем после загрузки отходов флюсом покрывают также выступающие куски. Нагрев до 720-800°C ведут таким образом, чтобы степень перегрева жидкой ванны по сравнению с температурой ее плавления составляла не менее 30°C. В качестве флюса используют смесь 20% криолита (или отработанного электролита алюминиевого производства) и 80% отработанного электролита магниевого производства с составом, мас. %: KCl 70-80; NaCl 10-15; MgCl<sub>2</sub> 5,8; MgO, CaCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O - остальное. Переработку алюминиевых шлаков следует вести при температуре 750-780°C, а ломов - при 720-750°C. Соотношение отходов и флюса должно составлять (0,5-5):1.

Недостатком данного способа является недостаточная полнота извлечения фторидов и цианидов и образование в ходе процесса газообразного хлора.

Известен способ переработки фторсодержащих отходов производства алюминия электролизом (заявка на изобр. RU №95113577, опубл. 10.10.1997). Использование: при обработке отходов производства алюминия с целью извлечения из них алюминия частично, щелочных металлов и фтора практически полностью, а также для получения сырьевого материала, содержащего глинозем и энергоноситель. Способ пригоден для утилизации как отработанной футеровки электролизных ванн, так и различных шламов. Сущность: фторосодержащие отходы производства алюминия суспендируют в растворе сульфата алюминия концентрации 40-165 г/л, нагревают до 50-100°C и перемешивают в течение 0,5-4,0 ч до тех пор, пока соединения щелочных металлов и фтора не перейдут в жидкую фазу практически полностью. Затем глиноземуглеродную фракцию (твердый остаток) отделяют одним из известных способов, например фильтрацией, и промывают горячей водой. Глиноземуглеродный остаток и фторидный раствор направляют на переработку.

Недостатком данного способа является неэффективное извлечение фторидов и цианидов, сопряженное с большими трудозатратами.

Известен способ обезвреживания отработанной цианидсодержащей угольной футеровки электролизера (заявка на изобр. RU №97114476, опубл. 27.08.1997). Способ включает ее размол и последующую переработку с введением соли железа. В качестве реагента используют соль двухвалентного железа, которую вводят в процесс размола в соотношении:  $Fe^{+2} = 0,05-0,25 CN_{своб.}$ , где  $Fe^{+2}$  - количество вводимого реагента (мол.);  $CN_{своб.}$  - количество содержащегося в футеровке цианида (мол.).

Недостатком данного способа является неполное извлечение фторидов и цианидов.

Известен способ обработки отработанной футеровки от электролитической плавки алюминия (патент RU №2127850, опубл. 20.03.1999), принятый за прототип. Способ включает нагревание отработанной футеровки. Нагревание осуществляют путем подачи отработанной футеровки в ванну солевого расплава, содержащего соли натрия, алюминия, кальция, кремния и фторида, во вращающейся обжиговой печи при температуре солевой ванны в диапазоне от 1100 до 1250°C и поддержания объема ванны солевого расплава с отработанной футеровкой по всей полной длине вращающейся обжиговой печи, с добавлением твердых окисляющих и газифицирующих соединений для уменьшения содержания углерода в ванне, добавлением кремнистого материала в ванну расплава и расплав охлаждают для образования стекловидного осадка, пригодного для захоронения. Способ

дополнительно включает добавление твердого окисляющего и газифицирующего соединения в ванну солевого расплава для сжигания углерода с образованием монооксида углерода. Используют окисляющее соединение, содержащее карбонат кальция. Нагревание и подачу отработанной футеровки, кремнистого материала и окисляющего соединения с образованием гомогенного расплава осуществляют во вращающейся обжиговой печи. Подачу отработанной футеровки, кремнистого материала и окисляющего соединения осуществляют для регулирования вязкости солевого расплава в диапазоне от 1 до 70 Пз и поддерживают солевую ванну в расплавленном состоянии от входного до разгрузочного конца вращающейся печи до охлаждения для образования стекловидного остатка. Способ включает сбор выпускаемых из вращающейся печи газов и удаление из них фторидов. Фториды извлекают из отходящих газов, выходящих из вспомогательной топочной камеры, и рециркулируют в ванну расплава или бассейн вращающейся печи, а стекловидную фритту - продукт нагрева - удаляют из закаливателя-охладителя золы.

Недостатком данного способа является недостаточная полнота извлечения фторидов и цианидов и образование значительного количества угарного газа СО во время обработки.

Техническим результатом является увеличение степени извлечения фторидов (до уровня 85%) и цианидов для обеспечения повторного использования отработанной футеровки или захоронения ее в виде нетоксичных отходов.

Технический результат достигается тем, что в способе обработки отработанной футеровки от электролитической плавки алюминия, включающем нагревание отработанной футеровки во вращающейся обжиговой печи с добавлением твердых окисляющих и газифицирующих соединений, при этом в качестве окисляющего соединения используют карбонат кальция, сбор выпускаемых из вращающейся печи газов, удаление из них фторидов, охлаждение продуктов нагрева и их размол, перед нагреванием осуществляют дробление отработанной футеровки до крупности 15-20 мм, а затем измельчение до класса крупности 0,35-1,5 мм, с добавлением в качестве окисляющего соединения оксида кальция, и активных добавок, в качестве которых используют  $\text{CaSO}_4$ , FeO в количестве 0,23-0,35 мас.% от массы отработанной футеровки, нагревание осуществляют с дутьем кислорода в объем печи при скорости вращения печи 1,5-2,5 м/мин в три стадии, в первой стадии осуществляют нагрев до 400°C в течение 40-60 мин, во второй стадии температуру печи повышают до 400-800°C и выдерживают 60-80 мин, в третьей стадии температуру печи повышают до 800-1000°C и выдерживают 60-80 мин, при этом при переходе от одной стадии к другой меняют реверс вращающейся обжиговой печи.

Удаленные из газов фториды утилизируют в дистилляторах.

После охлаждения и размола твердых продуктов нагрева осуществляют разделение фторида кальция с кремнием.

Отработанная футеровка не утилизируется сразу, поскольку является токсичным материалом и содержит растворимые токсичные цианиды и фториды. Содержание растворимых цианидов находится в диапазоне от около 1000 до 2000 частей на миллион, а содержание растворимых фторидов - около 3000-8000 мг/л. Общее содержание фторидов в отработанной футеровке обычно находится в диапазоне от около 25-35 мас.%.

Дробление отработанной футеровки до крупности 15-20 мм и измельчение отработанной футеровки с добавлением в качестве окисляющего соединения оксида кальция, а также активных добавок, в качестве которых используют  $\text{CaSO}_4$ , FeO в

количестве 0,23-0,35 мас.% от массы отработанной футеровки, до класса крупности 0,35-1,5 мм, обеспечивают равномерный прогрев исходного сырья и увеличивают степень извлечения растворимых фторидов и цианидов.

Исходное сырье представляет собой смесь частиц отработанной футеровки, оксида кальция и активных добавок крупностью 0,35-1,5 мм. Ввод на стадии измельчения оксида кальция и активных добавок обеспечивает равномерность распределения частиц исходного сырья в получаемой шихте и повышает степень извлечения растворимых фторидов и цианидов.

Добавление оксида кальция, и активных добавок, в количестве 0,23-0,35 мас.% от массы отработанной футеровки активизирует протекание химических реакций, что увеличивает степень извлечения растворимых фторидов и цианидов.

Использование в качестве активной добавки FeO создает связь растворимых цианидов при температуре до 400-600°C.

Использование в качестве активной добавки CaSO<sub>4</sub> обеспечивает связывание растворимых фторидов отработанной футеровки во фторид кальция CaF<sub>2</sub> и перевод щелочных металлов в сульфаты, например Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, для дальнейшего их разложения до SO<sub>2</sub> и Na<sub>2</sub>O при температуре до 800-1000°C.

Применение в качестве окисляющего соединения карбоната кальция, например в известняке, и оксида кальция обеспечивает переход оксида кремния и фтора в двукальциевый силикат и фторид кальция или кюспидин - CaF<sub>2</sub>·3CaO·2SiO<sub>2</sub> при температуре до 800-1000°C.

Нагревание исходного сырья осуществляют с дутьем кислорода в объем печи, активизируя окислительные процессы в печи за счет экзотермических реакций. Кислород в составе кислородно-воздушной смеси используют в качестве газифицирующего соединения. Углерод и органические материалы окисляются до диоксида углерода и водяного пара. Углеродная составляющая исходного сырья сгорает в печи, обеспечивая протекание восстановительных реакций, что также способствует ее более полному взаимодействию компонентов шихты. Одновременно при сгорании углеродной составляющей выделяется дополнительное тепло, позволяющее снизить удельный расход топлива на спекание. В интервале температур 600-800°C в течение 60 мин степень обезуглероживания исходного сырья увеличивается от 14 до 95%. Неорганические соединения исходного сырья, такие как растворимые цианиды и фториды, окисляются до нерастворимых нетоксичных соединений, которые дают возможность повторного использования отработанной футеровки или захоронения ее в виде нетоксичных отходов.

Скорость вращения печи 1,5-2,5 м/мин обеспечивает наиболее полный прогрев исходного сырья и увеличивает степень извлечения растворимых фторидов и цианидов из отработанной футеровки за счет повышения площади контакта твердых частиц шихты.

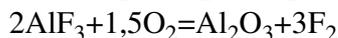
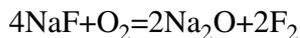
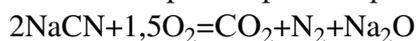
Осуществление нагрева печи до 400°C в течение 40-60 мин обеспечивает постепенный прогрев исходного сырья и удаление влаги из исходного сырья, что позволяет в дальнейшем при вращении исходного сырья в печи эффективно удалять диспергированные на поверхности углеродного или огнеупорного материала частицы фторидов. Кроме этого, удаление влаги из шихты предотвращает образование гидратов при последующем увеличении температуры после 400°C.

Температура нагрева в интервале 400-800°C обеспечивает разложение растворимых фторидов и цианидов из отработанной футеровки и их окисление:





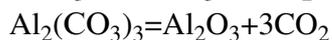
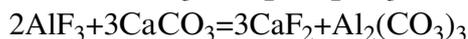
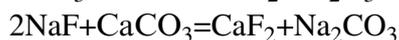
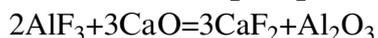
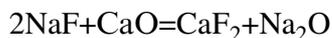
Окисление растворимых фторидов и цианидов из отработанной футеровки:



Содержание растворимых фторидов и цианидов в твердом остатке на выходе из печи анализировали с помощью ICS измерений. Существующие формы фторидов на выходе из печи определяли по дифракции рентгеновских лучей. Исследования показали, что температуру печи необходимо поддерживать в интервале 400-800°C в течение 60-80 мин, чтобы обеспечить полное разложение и окисление цианидов.

Температура нагрева 800-1000°C создает активное и полное взаимодействие растворимых фторидов с окисляющими соединениями, в качестве которых используют карбонат кальция, например известняк, и оксид кальция, а также активные добавки, в качестве которых используют  $\text{CaSO}_4$ .

Взаимодействие отработанной футеровки с оксидом кальция и  $\text{CaCO}_3$  обеспечивает дополнительное извлечение растворимых фторидов:



При реакции с окисляющим соединением карбонатом кальция в виде известняка при температуре 800-1000°C наблюдается образование более сложных соединений -  $\text{NaAlSiO}_4$  и  $\text{Ca}_4\text{Si}_2\text{O}_7\text{F}_2$



При переводе натрия и кальция в состав комплексных соединений повышается степень их извлечения.

Фторид алюминия имеет низкую химическую стойкость и переходит в газообразное состояние во время нагрева в присутствии кислорода.

При повышении температуры более 800°C во время контакта соприкосновения с воздухом при нагревании фторид алюминия частично улетучивается, и его улавливают с отходящими газами, а затем разделяют и направляют в бункер загрузки сырья (либо печь).

При температуре 800-1000°C основная масса фторида алюминия реагирует с окисляющим соединением - карбонатом кальция в виде известняка с получением карбоната алюминия, который разлагается до оксида алюминия.

Повышение времени обработки до 60-80 мин повышает степень извлечения растворимых фторидов натрия и алюминия с образованием устойчивых и нерастворимых соединений (экспериментальные данные).

Растворимые фториды, связанные в процессе нагрева в нерастворимые формы, выводят из процесса в составе твердого остатка. Газообразные фториды, удаленные из газов, отправляют на получение  $\text{AlF}_3$ .

Изменение реверса обжиговой печи при переходе от одной стадии к другой обеспечивает плавный термический переход и сокращение длины печи.

Способ поясняется фиг.1, где показана принципиальная схема способа, здесь 1 - щечковая дробилка, 2 - шаровая мельница, 3 - бункер подачи исходного сырья, 4 - вращающаяся обжиговая печь, 5 - теплообменный аппарат, 6 - холодильник, 7 - питатель, 8 - газоотводная система.

В табл.1 приведены технологические параметры процесса, в табл.2 показаны данные о потере веса фторида алюминия при нагреве отработанной футеровки, мас.%.  
5

Способ осуществляют следующим образом. Перед нагреванием осуществляют дробление отработанной футеровки до класса крупности 15-20 мм в щечковой дробилке 1 и измельчение в шаровой мельнице 2 до класса крупности 0,35-1,5 мм. На стадии измельчения вводят окисляющие соединения, в качестве которых используют карбонат кальция (в виде известняка) и оксид кальция, а также активные добавки, в качестве которых используют  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{FeO}$ , в количестве 0,23-0,35 мас.% от массы футеровки, которые также измельчаются до класса крупности 0,35-1,5 мм. Исходное сырье, которое накапливают в бункере подачи сырья 3, представляет собой смесь твердых частиц отработанной футеровки, известняка, оксида кальция и активных добавок. Нагревание исходного сырья проводят во вращающейся обжиговой печи 4 при скорости вращения вращающейся обжиговой печи 4 1,5-2,5 м/мин с периодическим воздействием смеси воздуха и кислорода с различной степенью обогащения кислородом. Степень обогащения кислородом регулируют в зависимости от температуры нагрева. Нагревание исходного сырья проводят в три стадии. В первой стадии осуществляют нагрев до  $400^\circ\text{C}$  в течение 40-60 мин. Подача кислорода отсутствует. Во второй стадии температуру повышают от 400 до  $800^\circ\text{C}$  и выдерживают 60-80 мин. Степень обогащения кислородом выбирают 20%. В третью стадию температуру повышают от 800 до  $1000^\circ\text{C}$  и выдерживают 60-80 мин. Степень обогащения кислородом выбирают 35%. При переходе от одной стадии к другой меняют реверс обжиговой печи 4. Выпускаемые из вращающейся печи 4 газы собирают с помощью газоотводной системы 8, а затем удаляют из них газообразные фториды. Удаленные из газов фториды утилизируют в дистилляторах. Твердый продукт нагрева - твердый остаток, пригодный для захоронения и переработки, охлаждают с помощью холодильника 6, размалывают и разделяют по удельному весу фторидов кальция и соединения с кремнием от остальной части твердого остатка.  
10  
15  
20  
25  
30

Примеры реализации способа приведены в табл.1. После загрузки в печь отработанной футеровки фракцией 0,4 мм осуществляли нагрев до температуры  $380^\circ\text{C}$ , степень удаления влаги составляла 86,5% при выдержке 40 мин. Во время второго режима при температуре  $490^\circ\text{C}$  и степени обогащения кислородом 20% шихтовой материал взаимодействовал с активными добавками -  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{FeO}$  в количестве 0,3 мас.% от массы отработанной футеровки и с кислородом, что обеспечило полноту разложения растворимых цианидов. Температура третьего режима составила  $845^\circ\text{C}$  при степени обогащения кислородом 35%, а время выдержки 65 мин. Скорость вращения печи во всех режимах составляла 1,72 об/мин. В результате процесса получали твердый остаток, который охлаждается и измельчается, а затем направляется на разделение кремния и фтористого кальция. Степень извлечения растворимых фторидов составила 85,7%.  
35  
40  
45

Таким образом, способ позволяет получить степень извлечения растворимых фторидов 85% и цианидов. Ожидаемая средняя концентрация растворимых фторидов и цианидов в твердом остатке соответственно 40,1 и 0,055 мг/л.  
50

Применение данного способа обработки отработанной футеровки от электролитической плавки алюминия позволяет:

- повысить полноту извлечения фторидов и разложения цианидов;
- получить очищенные углеграфитовые и огнеупорные материалы, например очищенный муллит;
- повысить безопасность ведения работ по утилизации отходов.

5

СПОСОБ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ОТ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ									
№ опыта	Размер фракции на дроблении, мм	Размер фракции на дроблении, мм	Температура 1 режима, °С	Степень удаления влаги, %	Температура 2 режима, °С	Температура 3 режима, °С	Время выдержки (3 режим), мин	Скорость вращения, об/мин	Извлечение фторидов, %
1	13.9	0.15	365	80,5	401	810	61	1.56	82
2	14.5	0.25	365	80,3	422	813	62	1.60	83.7
3	15.0	0.30	360	78,1	430	815	64	1.65	84.8
4	15.2	0.35	370	82,5	455	830	65	1.70	85.2
5	15.2	0.40	380	86,5	490	845	65	1.72	85.7
6	15.5	0.47	385	90,6	495	860	66	1.75	85.8
7	15.5	0.56	385	90,5	510	875	67	1.85	86.3
8	15.7	0.60	387	90,5	515	880	68	1.87	86.9
9	15.9	0.65	388	90,3	530	890	70	1.90	87.3
10	16.0	0.72	383	88,7	540	900	70	1.90	87.6
11	16.0	0.80	390	92,1	580	910	71	1.92	88.2
12	16.5	0.86	390	91,6	585	915	72	1.95	88.3
13	16.8	0.95	391	92,3	600	923	73	2.00	88.1
14	17.2	1.00	388	90,2	620	945	74	2.10	87.5
15	17.5	1.15	395	94,4	650	950	74	2.15	87.2
16	17.7	1.2	393	93,5	680	960	75	2.17	86.8
17	18.1	1.25	394	94,1	710	975	75	2.25	86.4
18	18.5	1.32	391	92,0	755	983	77	2.28	86.1
19	18.7	1.35	390	91,4	765	991	78	2.31	85.9
20	19.0	1.40	385	90,1	785	994	79	2,35	85.6
21	19.3	1.45	370	81,7	780	1000	79	2.41	85.4
22	19.5	1.50	365	80,1	800	1000	80	2.49	83.7
23	19.9	1.52	365	79,8	800	1005	80	2.48	82.8
24	20.4	1.55	360	77,9	790	1010	80	2.49	81.5

35

СПОСОБ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ОТ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ						
№ обр.	Среда	750°С	800°С	850°С	900°С	950°С
1	Воздух	38.8	58.9	65.4	69.2	72.6
2	СаО	22.3	21.8	21.7	23.9	25.0
3	Продукт нагрева	29.1	28.9	30.1	31.2	30.5

40

### Формула изобретения

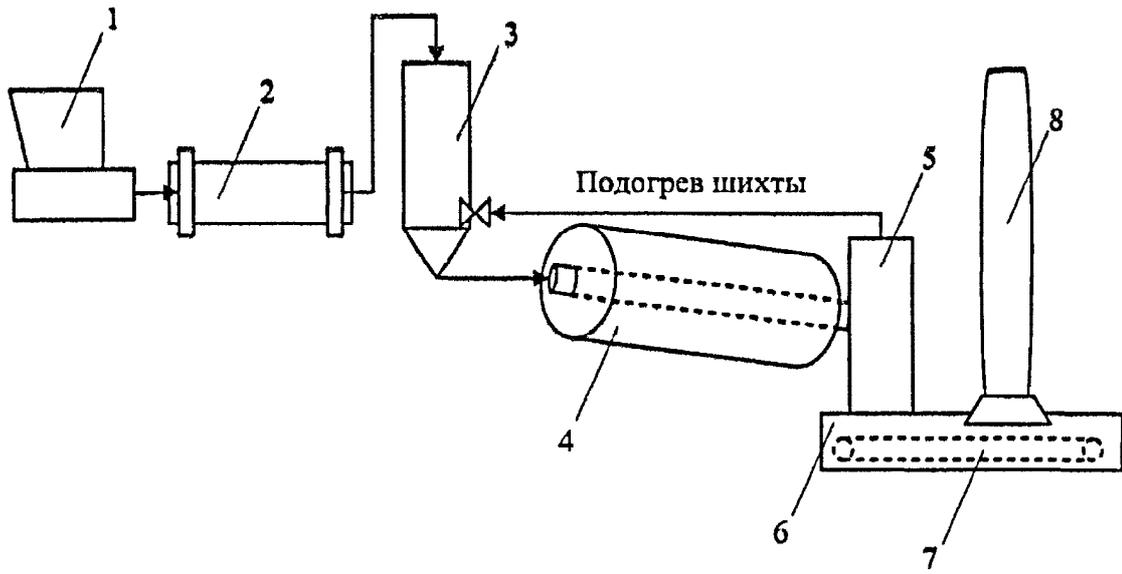
1. Способ обработки отработанной футеровки от электролитической плавки алюминия, включающий нагревание отработанной футеровки во вращающейся обжиговой печи с добавлением твердых окисляющих и газифицирующих соединений, при этом в качестве окисляющего соединения используют карбонат кальция, сбор выпускаемых из вращающейся печи газов, удаление из них фторидов, охлаждение продуктов нагрева и их размол, отличающийся тем, что перед нагреванием осуществляют дробление отработанной футеровки до крупности 15-20 мм, а затем измельчение до класса крупности 0,35-1,5 мм с добавлением в качестве окисляющего соединения оксида кальция и активных добавок, в качестве которых используют

50

CaSO<sub>4</sub>, FeO в количестве 0,23-0,35% от массы отработанной футеровки, в качестве газифицирующего соединения используют кислород, а нагревание осуществляют с дутьем кислорода в объем печи при скорости вращения печи 1,5-2,5 м/мин в три стадии, при этом в первой стадии осуществляют нагрев до 400°С в течение 40-60 мин, во второй стадии температуру печи повышают от 400 до 800°С и выдерживают 60-80 мин, в третьей стадии температуру печи повышают от 800 до 1000°С и выдерживают 60-80 мин, при этом при переходе от одной стадии к другой меняют реверс вращающейся обжиговой печи.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что удаленные из газов фториды утилизируют в дистилляторах.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что после охлаждения и размола твердых продуктов нагрева осуществляют разделение фторида кальция и соединений с кремнием.



Фиг. 1