РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 688 083 (13) C1

(51) МПК
C22B 4/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C22B 4/00 (2019.02)

(21)(22) Заявка: **2018118080, 16.05.2018**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.05.2018

Дата регистрации:
17.05.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **16.05.2018**

(45) Опубликовано: **17.05.2019** Бюл. № **14**

Адрес для переписки:
119334, Москва, Ленинский пр-т, 49, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН)

(72) Автор(ы):
Николаев Андрей Анатольевич (RU), Николаев Анатолий Владимирович (RU), Кирпичев Дмитрий Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2313491 C1, 27.12.2007. RU 2606821 C1, 10.01.2017. EP 0880468 A1, 02.12.1998. WO 2009063482 A2, 22.05.2009. Николаев А.А. и др. Энерготехнологические характеристики плазменно-дуговой восстановительной плавки лейкоксенового концентрата. Физика и химия обработки материалов, N5, 2017, с.18-25.**

RU 2688083 C1

(54) СПОСОБ ОБЕСКРЕМНИВАНИЯ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к переработке нефелинового концентрата с получением из него синтетического боксита, содержащего до 80% Al_2O_3 и до 1,5% SiO_2. Способ включает приготовление шихты из концентрата и углерода и карботермическую восстановительную плавку шихты в электрической печи с получением оксидного расплава. Карботермическую восстановительную плавку ведут в одну стадию в тигле плазменно-дуговой печи постоянного тока прямой полярности при температуре 2200-3000 К в анодном пятне дуги с обеспечением обескремнивания нефелинового концентрата в результате восстановления диоксида кремния до монооксида и испарения последнего из оксидного расплава и получения расплава синтетического боксита, содержащего до 80% глинозема, с кремниевым модулем до 9, при этом диаметр тигля равен диаметру анодного пятна дуги и определяется по выражению $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, см, где P - мощность плазменной дуги, кВт. Изобретение может быть использовано в алюминиевой промышленности для производства синтетического боксита и дисперсного диоксида кремния, которые применяются для производства по известным технологиям глинозема, металлического алюминия, кремния, карбида кремния. 2 н.п. ф-лы, 2 табл., 2 ил.

RUSSIAN FEDERATION

(19) **RU** (11) **2 688 083** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C22B 4/00 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
C22B 4/00 (2019.02)

(21)(22) Application: **2018118080, 16.05.2018**

(24) Effective date for property rights:
16.05.2018

Registration date:
17.05.2019

Priority:
(22) Date of filing: **16.05.2018**

(45) Date of publication: **17.05.2019** Bull. № **14**

Mail address:
119334, Moskva, Leninskij pr-t, 49, Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj akademii nauk (IMET RAN)

(72) Inventor(s):
Nikolaev Andrej Anatolevich (RU),
Nikolaev Anatolij Vladimirovich (RU),
Kirpichev Dmitrij Evgenevich (RU)

(73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj akademii nauk (IMET RAN) (RU)

RU 2688083 C1

(54) METHOD OF NEPHELINE CONCENTRATE DESILICONIZATION AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to processing of nepheline concentrate to obtain synthetic bauxite containing up to 80 % Al_2O_3 and up to 1.5 % SiO_2. Method involves preparation of charge from concentrate and carbon and carbothermal reduction melting of charge in electric furnace to produce oxide melt. Carbothermal reduction melting is carried out in one step in crucible of direct-polar DC plasma-arc furnace at temperature of 2200–3000 K in anode spot of arc with provision of desiliconization of nepheline concentrate as a result of reduction of silicon dioxide to monoxide and evaporation of the latter from oxide melt and obtaining a melt of synthetic bauxite containing up to 80 % of alumina, with a silicon module to 9, wherein said crucible diameter is equal to diameter of anode spot arc and is defined by expression $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, cm, where P is plasma arc power, kW.

EFFECT: invention can be used in aluminum industry for production of synthetic bauxite and dispersed silicon dioxide, which are used for production of alumina, metal aluminum, silicon, silicon carbide by known technologies.

2 cl, 2 tbl, 2 dwg

RU 2688083 C1

Изобретение относится к обескремниванию оксидных материалов сложного состава, а более конкретно к способу термической обработки нефелинового концентрата. Значительное количество нефелинового концентрата, содержащего 29-30 Al_2O_3 и 43-44 SO_2, производят из руды Кольского полуострова. Большое содержание кремния в концентрате затрудняет получение из него глинозема. В изобретении предложен способ термического обескремнивания нефелинового концентрата, позволяющий получить из него синтетический боксит с содержанием Al_2O_3 до 80% и SiO_2 до 1,5%.

Известен способ термической обработки алюминийсодержащего сырья, заключающийся в спекании его с содой и известняком. При этом алюминий образует водорастворимый алюминат натрия, раствор которого получают при последующей гидрохимической обработке спека (Лайнер А.И. Получение глинозема. М., Металлургиздат, 1961, 620 с.). Содержащийся в спеке кремний, однако, частично переходит в алюминатный раствор, что требует дополнительного обескремнивания последнего.

Известен способ термической обработки алюминийсодержащего сырья, заключающийся в спекании последнего с гидросульфатом аммония. При этом алюминий образует водорастворимые алюмоаммонийные квасцы, раствор которых можно получить при последующем выщелачивании. (Wang, R.-C. Thermodynamics and kinetics of alumina extraction from fly ash using an ammonium hydrogen sulfate roasting method / R.-C. Wang, Y.-C. Zhai, Z.-Q. Ning // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. ~ 2014. ~ V. 21 (2). ~ P. 144-149). При высоком содержании кремния в спеке затруднен переход алюминия в раствор, что приводит к потерям алюминий содержащих соединений со шламом на основе кремния. Процесс экологически опасен вследствие выбросов, содержащих большое количество аммиака.

Известен способ термической обработки алюминийсодержащего сырья, заключающийся в прокаливании последнего при температуре $650 \div 750$ °C перед обработкой азотной кислотой. Прокаливание увеличивает выход алюминия в раствор в результате дегидратации и образования аморфных продуктов, растворимых в азотной кислоте. (Патент РФ №2202516 «Способ получения оксида алюминия»).

Известен способ термической обработки алюминийсодержащего сырья, заключающийся обжиге последнего при температуре 400÷900°C перед сернокислотной обработкой. В результате обжига сульфаты алюминия, содержащиеся в сырье, разлагаются с образованием глинозема, что облегчает отделение последнего от кремнийсодержащих соединений при последующей гидрохимической обработке обожженного концентрата. (Ozdemir M., Cetisli H. Extraction kinetics of alunite in sulfuric acid and hydrochloric acid. Hydrometallurgy, ~ 2005, ~ V. 76 (3-4), ~ p. 217-224).

Общий недостаток описанных.способов термической обработки заключается в том, что кремний из сырья не удаляется, а происходит лишь образование новых химических соединений кремния и алюминия, обладающих различной растворимостью в реагентах, применяемых при последующей гидрохимической обработке для отделения кремния от алюминия.

Указанного недостатка лишен фторидный способ, согласно которому сырье спекают с с гидродифторидом аммония. При этом образуется летучий гексафторосиликат аммония, в составе которого кремний испаряется при обжиге (патент РФ №2171226 «Способ получения глинозема»). Недостатком этого способа является высокая экологическая опасность.

Известен термический способ обескремнивания нефелиновых концентратов,

включающий восстановительную плавку сырья с железосодержащей добавкой, в результате которой получают алюминатный расплав с пониженным содержанием кремния и расплав ферросилиция. Расплавы разделяют ликвацией, (патент РФ №2313491 «Способ переработки алюминийсодержащего сырья»). Указанный способ является наиболее близким аналогом данного изобретения. Недостатком способа является использование железосодержащей добавки, количество которой может быть значительным. Так, в указанном патенте в качестве добавки использовали железосодержащий боксит, количество которого в 1,5 раза превышало количество нефелинового концентрата. Другим недостатком является необходимость разделения расплавов, что превращает способ в двухстадийный процесс.

Задача, на решение которой направлено данное изобретение, заключается в создании одностадийного термического способа обескремнивания нефелинового концентрата, в котором для разделения оксидов алюминия и кремния и получения синтетического боксита используют карботермическую восстановительную плавку концентрата без каких-либо добавок. В результате упрощается технология переработки концентрата, улучшаются экологические показатели и условия труда, производится дополнительный продукт в виде дисперсного диоксида кремния и улучшается экономичность процесса в целом.

Техническим результатом изобретения является получение из нефелинового концентрата синтетического боксита, содержащего до 80% глинозема, и дисперсного диоксида кремния без применения каких-либо дополнительных веществ, например железосодержащих добавок, кислот, щелочей, квасцов и т.д., а также без предварительной подготовки концентрата: измельчения, брикетирования, сепарирования.

Положительные особенности изобретения обусловлены тем, что обескремнивание нефелинового концентрата осуществляется посредством жидкофазного карботермического восстановительного процесса в одну стадию без использования дополнительных реагентов, в том числе опасных, например железосодержащих добавок, кислот, щелочей, квасцов, соединений фтора и т.д., а также без предварительной подготовки концентрата: измельчения, брикетирования, сепарирования.

Технический результат достигается тем, что в способе обескремнивания нефелинового концентрата, включающем приготовление шихты из концентрата и углерода и углетермическую восстановительную плавку шихты в электрической печи, согласно изобретению плавку ведут в плазменно-дуговой печи при температуре 2200-3000°К и содержании углерода в шихте относительно концентрата %С=12%, при этом удаление кремния происходит в результате восстановления диоксида кремния до монооксида и испарения последнего из расплава.

Устройство для осуществления предложенного способа обескремнивания нефелинового концентрата, включающее плазменно-дуговую печь постоянного тока прямой полярности, гранулятор расплава, сборник гранул, утилизатор тепловой энергии отходящего из печи газа и фильтрующее устройство со сборником дисперсных материалов, содержащихся в газе, согласно изобретению плазменно-дуговая печь имеет тигель, диаметр которого равен диаметру анодного пятна дуги и определяется по выражению $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, см, где Р - мощность плазменной дуги, кВт.

Сущность изобретения

В заявленном способе обескремнивания нефелинового концентрата посредством карботермической восстановительной плавки одностадийно производят из нефелинового концентрата синтетический боксит, содержащий до 80% глинозема с кремниевым

модулем до 9, и дисперсный диоксид кремния без каких-либо дополнительных веществ.

Заявленный способ включает плавку концентрата совместно с углеродом в диапазоне температур 2200-3000 К. При этой температуре кремний, содержащийся в концентрате, образует летучий оксид SiO, который при указанной температуре испаряется из концентрата.

Количество углерода при восстановительной плавке концентрата, рассчитывали в предположении, что образование SiO идет по реакции $SiO_2+C=SiO+CO$. При этом на одну массовую долю SiO_2 расходуется 0,2 доли углерода. С учетом того, что SiO_2 реагирует с CaO в массовом отношении 1:1 с образованием силиката кальция $CaSiO_3$, массовая доля углерода относительно концентрата (в процентах), идущая на восстановление оксида кремния, равна $0,2(\%SiO_2-\%CaO)$, где $\%SiO_2$ и %CaO - процентные содержания соответствующих оксидов в концентрате.

Помимо восстановления SiO_2 углерод тратится на восстановление оксидов железа, натрия и калия. При этом массовая доля углерода относительно Fe_2O_3 и Na_2O равна 0,2, а относительно K_2O - 0,1. В итоге суммарное массовое процентное содержание углерода в шихте относительно концентрата определяется по выражению: $\%C=0,2(\%SiO-\%CaO+\%Fe_2O_3+\%Na_2O)+0,1\%K_2O$. Нефелиновый концентрат из руды Кольского полуострова отличается постоянством состава (табл. 1) (Лайнер А.И. Производство глинозема. М., Металлургиздат, 1961, 620 с.) и для его обескремнивания содержание углерода в шихте составляет %C=12%.

Возможность обескремнивания нефелинового концентрата предлагаемым способом подтверждена термодинамическим расчетом с использованием компьютерной программы «Терра» (Трусов Б.Г. Компьютерное моделирование фазовых и химических равновесий. Инженерный вестник, 2012, №8, с. 1-7). Расчет произведен для концентрата указанного состава (табл. 1) при %C=12%.

В табл. 2 приведены расчетные значения состава синтетического боксита (%), его кремниевый модуль μ_{Si} и марка М, а также потребление тепловой энергии Q (МДж/кг шихты) в диапазоне температур T=2000-3000 К. Кремниевый модуль μ_{Si} определен как весовое отношение Al_2O_3 к SiO_2, включая пересчитанный в SiO_2 кремний, содержащийся в $CaSiO_3$ и SiC.

Из табл. 2 следует, что с увеличением температуры плавки качество боксита улучшается: увеличивается содержание глинозема и повышается кремниевый модуль. Согласно классификации алюмосодержащих пород (Лайнер А.И. Производство глинозема. М., Металлургиздат, 1961, 620 с.), продукт, полученный в диапазоне температур $2200\ K \le T \le 3000\ K$, соответствует марочным бокситам, в том числе пригодным для переработки по способу Байера. Вместе с тем, нагрев свыше T=3000 К не целесообразен, поскольку качество продукта существенно не улучшается, а энергозатраты возрастают. Нагрев концентрата до температуры ниже T=2200 К приводит к образованию продукта неудовлетворительного качества с низким кремниевым модулем.

Уменьшение содержания углерода в шихте ниже расчетного значения %C=12% приводит к ухудшению качества продукта. Так, при содержании углерода в шихте %C=8% от массы концентрата и температуре плавки T=2650 К концентрация глинозема в продукте составляет всего 53%, а кремниевый модуль равен $\mu_{Si}=1,43$. Увеличение содержания углерода в шихте сверх расчетного значения %C=12% приводит к

повышению потерь алюминия вследствие его испарения в составе соединения Al_2O. Например при %C=15% и T=2650 K потери алюминия составляют 26% от первоначального содержания в концентрате, тогда как при расчетном %C=12% они равны 0,5%.

Возможность интенсивного испарения кремния в виде SiO при плазменно-дуговой восстановительной плавке оксидных материалов сложного состава подтверждена экспериментально (А.А. Николаев, Д.Е. Кирпичёв, А.В. Николаев. Энерготехнологические характеристики плазменно-дуговой восстановительной плавки лейкоксенового концентрата. Физика и химия обработки материалов, 2017, №5, с. 18-25).

Таким образом, заявляемые способ и устройство для переработки нефелитовых концентратов позволяют получить два продукта - синтетический боксит и дисперсный диоксид кремния, которые используются для производства по известным технологиям оксида алюминия, металлического алюминия, кремния, карбида кремния и других продуктов.

Используемые термины и определения

Глинозем - оксид алюминия Al_2O_3.

Боксит - алюминийсодержащая порода, у которой весовое отношение Al_2O_3 к SiO_2 больше двух (Лайнер А.И. Получение глинозема. М., Металлургиздат, 1961, 620 с.).

Кремниевый модуль боксита μ_{Si} - весовое отношение Al_2O_3 к SiO_2, содержащихся в боксите.

Синтетический боксит - алюминийсодержащий материал с весовым отношением $Al_2O_3 : SiO_2>2$, полученный из минерального сырья в результате технологических операций.

Способ Байера - один из лучших и наиболее распространенных способов получения глинозема.

Карботермическая восстановительная плавка - расплавление материала в тигле совместно с углеродом.

Углерод - материал с высоким содержанием углерода, например кокс, отработанная графитовая футеровка и др.

Термодинамический расчет - расчет на основе законов термодинамики равновесного состава продуктов при нагреве шихты заданного состава до заданной температуры.

На фиг. 1 представлено устройство для переработки нефелинового концентрата, позволяющее посредством карботермической восстановительной плавки одностадийно получать синтетический боксит и дисперсный диоксид кремния без каких-либо дополнительных веществ. Согласно изобретению устройство включает плазменно-дуговую печь постоянного тока прямой полярности, диаметр тигля 10 которой равен диаметру анодного пятна дуги 15 и определяется как $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, см, где P - мощность плазменной дуги, кВт, а также источник тока 19, устройство 1 для подачи шихты 20, гранулятор 11, сборник 13 гранул 12 синтетического боксита, утилизатор 5 тепловой энергии отходящего из печи газа 18 и фильтрующее устройство 6 со сборником 9 диоксида кремния 8. (конструкции гранулятора, утилизатора тепловой энергии, фильтрующего устройства и устройства для подачи шихты не показаны, т.к. они описаны в литературе, например в Энциклопедическом словаре по металлургии, из-во. Интермет Инжиниринг, М., 2000 г., т. 1, 412 с. и т. 2, 409 с.

Плазменно-дуговая печь включает плазмотрон, состоящий из сопла 3 и полого графитового электрода 2, а также свод 4, тигель 10 с подовым электродом 21 и с донным

сливным устройством 16 для слива расплава 17. Пространственная стабилизация плазменной дуги 15 и перемешивание расплава 17 осуществляется посредством продольного магнитного поля, создаваемого соленоидом 14. Источником теплоты является плазменная дуга 15. Электроды 2 и 21 подключены к источнику тока 19. Диаметр D_t тигля 10 при осуществлении предлагаемого способа обескремнивания нефелитового концентрата определяют по выражению $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, см, где P - мощность плазменной дуги, кВт.

Шихту 20, образованную смесью углерода и нефелитового концентрата, подают при помощи устройства 1 в тигель 10 каким-либо известным способом, например через полый электрод 2 или через каналы сопла 3 плазмотрона. В результате восстановительной плавки в тигле 10 образуется расплав 17 синтетического боксита, который периодически при помощи сливного устройства 16 сливают в гранулятор 11. Из гранулятора 11 синтетический боксит в виде гранул 12 поступает в сборник 13. Отходящий из печи газ 18, включающий SiO и CO, поступает в утилизатор тепловой энергии 5, в котором происходит охлаждение газа и образование SiO_2. Тепловая энергия газа используется в производственных или коммунальных целях. Далее газ, содержащий SiO_2, поступает в фильтрующее устройство 6, в котором задерживается дисперсный порошок диоксида кремния 8, поступающий в сборник 9. Очищенный от порошка газ 7, содержащий CO и обладающий значительной химической энергией, используют в металлургических, химических и энергетических технологиях.

Экспериментально установлено, что при восстановительной плавке высококремнистых оксидных материалов анодное пятно дуги имеет значительные размеры (фиг. 2: 1 - графитовый катод, 2 - столб дуги, 3 - анод из высококремнистого оксидного материала) со средней плотностью тока в пятне порядка j=10 А/см^2 (Николаев А.А., Кирпичёв Д.Е., Николаев А.В. Энерготехнологические характеристики плазменно-дуговой восстановительной плавки лейкоксенового концентрата. Физика и химия обработки материалов, 2017, №5, с. 18-25). Диаметр анодного пятна D_a согласно работе Рыкалина Н.Н., Николаева А.В., Горонкова О.А. «Расчет плотности тока в анодном пятне дуги» (Теплофизика высоких температур, 1971, т. 9, №5, с. 981-985) определяется изотермой, температура которой соответствует интенсивному испарению материала анода. В случае восстановительной плавки нефелинового концентрата граница анодного пятна и его диаметр D_a определяются изотермой с температурой T_a=2200 К, так как при этой температуре начинается интенсивное испарение SiO (табл. 2). В связи с тем, что рабочая температура обескремнивания нефелинового концентрата T=2200÷3000 К имеет место только в области анодного пятна, диаметр тигля должен быть равен диаметру анодного пятна: $D_t=D_a$. При $D_t>D_a$, периферийная часть ванны не участвует в восстановительном процессе вследствие недостаточно высокой температуры. Поэтому увеличение диаметра тигля больше диаметра анодного пятна не целесообразно, так как не улучшает качества обработки концентрата и ведет к увеличению энергозатрат. При $D_t<D_a$ средняя плотность энергии в анодном пятне возрастает, и в центральной части ванны возможен перегрев материала и рост потерь алюминия при испарении.

Диаметр тигля $D_t=D_a$ при обескремнивании нефелинового концентрата определяли, используя выражение для расчета радиуса анодного пятна, приведенного в вышеупомянутой работе Рыкалина Н.Н. и др.: $r_a = 0{,}364 \cdot \sqrt[4]{\frac{aq^2t}{\lambda^2 T_a^2}}$, где a и λ -

соответственно температуропроводность и теплопроводность материала анода, T_a - температура изотермы границы анодного пятна, q - тепловая мощность, передаваемая аноду дугой, t - время дугового нагрева. После подстановки в данное выражение теплофизических параметров шихты из нефелинового концентрата и углерода (a=0,0084 $см^2/с$, λ=0,093 Вт/см·К), а также температуры изотермы границы пятна T_a=2200 К, времени обработки концентрата t ≈ 1 час и тепловой мощности, определенной как q= η·P, где η - тепловой КПД плазменной дуги, принятый равным η=0,7, получено выражение $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, в котором D_t выражено в см, а P в кВт. Производительность печи определяется соответственно как $m = \frac{\eta P}{Q}$, где Q=8,8 МДж/кг шихты - термодиамическая величина тепловой энергии при восстановительной плавке нефелинового концентрата (табл. 2). Таким образом, m=0,29 P кг/час при P в кВт.

Увеличение D_t больше $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$ не целесообразно, так как при этом на периферии ванны за пределами анодного пятна обескремнивание не происходит, в то время как тепловые потери возрастают. При $D_t < 3{,}1\sqrt{P}$ увеличиваются концентрация энергии и температура материала в пятне, что ведет к возрастанию потерь алюминия при испарении.

Устройство, представленное на фиг. 1, функционирует следующим образом. Плазменную дугу возбуждают на подовый электрод касанием электродом 2. Затем начинают подавать шихту с минимальной скоростью. После образования на дне тигля слоя расплава толщиной h≈0,1D_t мощность дуги увеличивают до номинального рабочего значения P=0,1D_t^2, кВт, а скорость подачи шихты до m=0,29 P, кг/час. Длину дуги устанавливают такой, чтобы мощность дуги соответствовала диаметру зеркала ванны и выражению P=0,1D_t^2. При этом температура расплава находится в диапазоне T= 2200÷3000 К. После заполнения тигля и прекращения подачи шихты расплав синтетического боксита на пониженном токе дуги сливают в гранулятор 11, откуда гранулы поступают в приемник 13. Слив производят не полностью - оставляют «болото». Новый цикл начинается с возобновления подачи шихты и формирования ванны расплава при расчетных параметрах. Реальная энергоемкость процесса составляет 12,6 МДж/кг шихты.

Предлагаемое изобретение посредством жидкофазного карботермического восстановительного процесса позволяет в одну стадию без использования дополнительных веществ и предварительной подготовки обрабатываемого материала получить из нефелинового концентрата два продукта: марочный синтетический боксит, содержащий до 80% глинозема, и дисперсный диоксид кремния. При этом упрощается способ переработки концентрата, улучшаются экологические показатели, повышается степень автоматизации, улучшаются условия и производительность труда и улучшается экономичность процесса в целом.

Изобретение может быть использовано в алюминиевой промышленности для производства синтетического боксита и дисперсного диоксида кремния, которые используются для производства по известным технологиям глинозема, металлического алюминия, кремния, карбида кремния и других продуктов.

Промышленная применимость изобретения, как это следует из описания устройства для осуществления предлагаемого способа обескремнивания нефелинового концентрата,

обеспечивается широким использованием в промышленности отдельных элементов изобретения, но в других сочетаниях и с другими техническими результатами.

Таблица 1

Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	K_2O	Fe_2O_3	CaO
30	43	13	7	4	3

Таблица 2

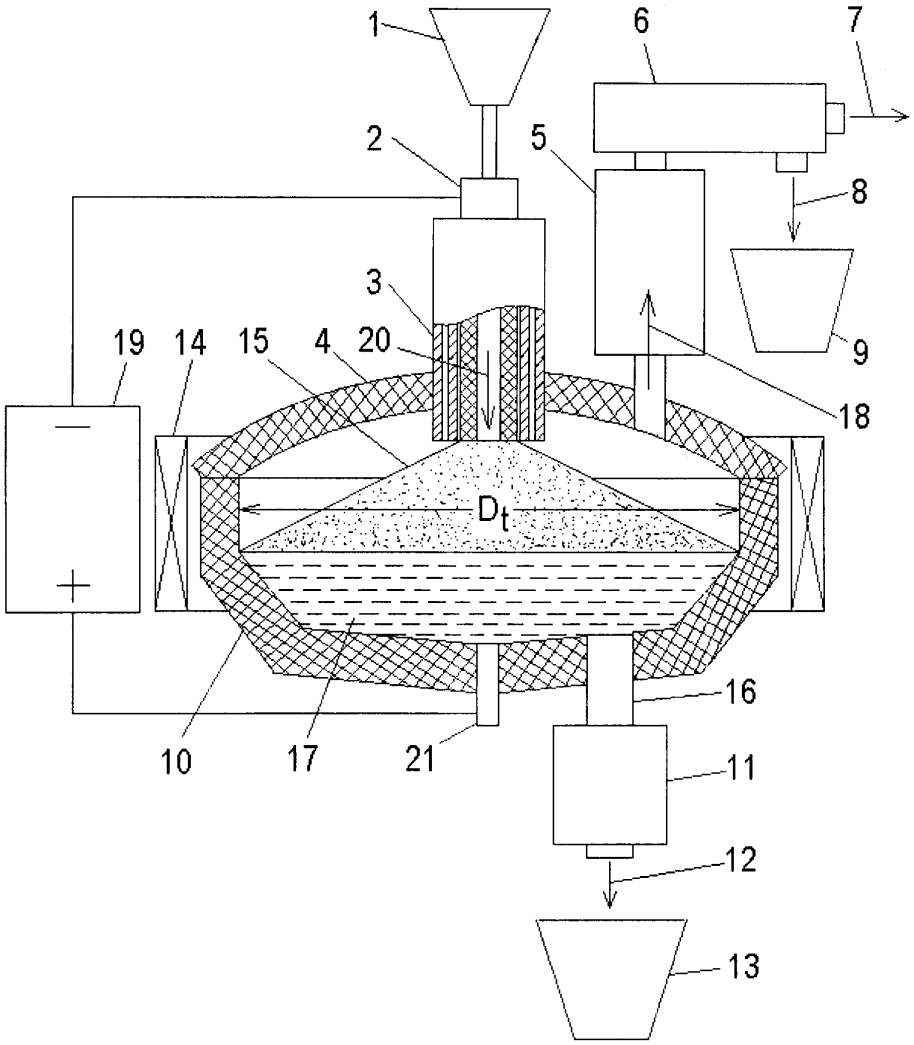
T, K	Al_2O_3	SiO_2	$CaSiO_3$	SiC	FeO	Fe_3C	CaO	μ_{Si}	M	Q
2000	42,7	34,0	8,79	10,2	0,012	4,25	0,026	0,79	-	5,47
2200	66,8	11,1	13,6	1,94	0,029	6,36	0,114	3,18	Б-5	7,66
2400	75,4	5,11	15,0	0,02	0,234	3,90	0,294	5,84	Б-7	8,56
2600	79,7	3,63	15,2	0	0,589	0,055	0,479	6,84	Б-7	8,95
2800	80,7	2,67	15,2	0	0,699	0	0,691	7,64	Б-2	9,23
3000	82,3	1,57	14,2	0	0,623	0	1,26	9,22	Б-1	9,55

(57) Формула изобретения

1. Способ переработки нефелинового концентрата, включающий приготовление шихты из концентрата и углерода и карботермическую восстановительную плавку шихты в электрической печи с получением оксидного расплава, отличающийся тем, что карботермическую восстановительную плавку ведут в одну стадию в тигле плазменно-дуговой печи постоянного тока прямой полярности при температуре 2200-3000 К в анодном пятне дуги, при этом обеспечивают обескремнивание нефелинового концентрата путем восстановления диоксида кремния до монооксида и испарения последнего из оксидного расплава с получением расплава синтетического боксита, содержащего до 80% глинозема, с кремниевым модулем до 9.

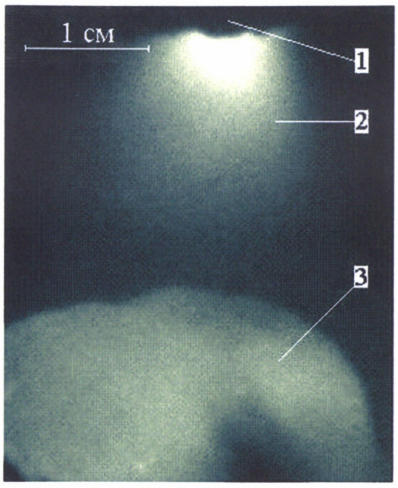
2. Устройство для переработки нефелинового концентрата, содержащее плазменно-дуговую печь с плазмотроном, состоящим из сопла и полого графитового электрода, тигель с подовым электродом и донным устройством для слива оксидного расплава в гранулятор со сборником гранул, установленный на печи соленоид, выполненный с возможностью пространственной стабилизации дуги и перемешивания расплава посредством продольного магнитного поля, установленный на своде печи утилизатор тепловой энергии отходящего из печи газа, соединенный с фильтрующим устройством со сборником дисперсных материалов, содержащихся в отходящем газе, при этом упомянутые электроды подключены к источнику тока, отличающееся тем, что используют плазменно-дуговую печь постоянного тока прямой полярности и тигель, диаметр которого определяется по выражению $D_t = 3{,}1\sqrt{P}$, см, где P - мощность плазменной дуги, кВт.

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2