

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2471019

### СПОСОБ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИТА АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011116273

Приоритет изобретения **25 апреля 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 декабря 2012 г.**

Срок действия патента истекает **25 апреля 2031 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Б.П. Симонов*





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011116273/02, 25.04.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.04.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.04.2011

(45) Опубликовано: 27.12.2012 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2057823 С1, 10.04.1996. RU 2307881 С1,  
10.10.2007. RU 2301288 С1, 20.06.2007. RU  
2299932 С1, 27.05.2007. CN 101008094 А,  
01.08.2007. CN 1908239 А, 07.02.2007.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий  
(отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

**Бажин Владимир Юрьевич (RU),  
Сизяков Виктор Михайлович (RU),  
Лупенков Александр Валерьевич (RU),  
Власов Александр Анатольевич (RU),  
Фещенко Роман Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Санкт-Петербургский  
государственный горный институт имени  
Г.В. Плеханова (технический университет)"  
(RU)****(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИТА  
АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к цветной металлургии, в частности к способу контроля состава расплавленного электролита в алюминиевом электролизере. Способ включает измерение силы тока и расчет технологических параметров, при этом измерение значения силы тока  $I_3$  и уровня электролита  $I_3$  осуществляют при помощи изолированного пробойника автоматизированной системы питания глиноземом, в качестве технологических параметров рассчитывают электрическое сопротивление слоя электролита  $R_3$  и криолитовое отношение, измерения значений постоянного тока проводят при максимальных амплитудах тока, измерения электрического

сопротивления слоя электролита - при постоянном уровне электролита  $I_3$  и постоянном значении напряжения, равном 24 В, значения электрического сопротивления слоя электролита калибруют в соответствии с текущим значением криолитового отношения электролита, рассчитанные значения криолитового отношения калибруют со значениями стандартных образцов электролита с получением калибровочного коэффициента, учитывающего содержание фтористых добавок. Обеспечивается повышение точности и оперативности контроля за изменением состава электролита алюминиевого электролизера. 1 з.п. ф-лы, 1 табл., 2 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011116273/02, 25.04.2011

(24) Effective date for property rights:  
25.04.2011

Priority:

(22) Date of filing: 25.04.2011

(45) Date of publication: 27.12.2012 Bull. 36

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,  
SPGGI (TU), otdel intellektual'noj sobstvennosti  
i transfera tekhnologij (otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

**Bazhin Vladimir Jur'evich (RU),  
Sizjakov Viktor Mikhajlovich (RU),  
Lupenkov Aleksandr Valer'evich (RU),  
Vlasov Aleksandr Anatol'evich (RU),  
Feshchenko Roman Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija "Sankt-  
Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj institut  
imeni G.V. Plekhanova (tekhnicheskij  
universitet)" (RU)**

(54) **MONITORING METHOD OF PROCESS PARAMETERS OF ELECTROLYTE OF ALUMINIUM ELECTROLYSIS UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: method involves measurement of current strength and calculation of process parameters; at that, measurement of current strength value  $I_e$  and electrolyte level  $l_e$  is performed by means of insulated puncheon of automated aluminium silicate feed system, as process parameters there calculated is electric resistance of electrolyte layer  $R_e$  and cryolite ratio, measurements of direct current values are performed at maximum current amplitudes, measurements of electric

resistance of electrolyte layer are performed at constant electrolyte level  $l_e$  and constant voltage value equal to 24 V, values of electric resistance of electrolyte layer are calibrated in compliance with current value of cryolite ratio of electrolyte, calculated values of cryolite ratio are calibrated with values of standard electrolyte specimens so that calibration coefficient considering the content of fluorides is obtained.

EFFECT: improving monitoring accuracy and efficiency of change in the electrolyte composition of aluminium electrolysis unit.

2 cl, 2 dwg, 1 tbl

Изобретение относится к цветной металлургии, в частности к способу контроля параметров электролита в алюминиевом электролизере, которые характеризуют технологическое состояние процесса.

5 Известен стандартный способ контроля состава электролита, когда криолитовое отношение (отношение содержания фторида алюминия к фториду натрия) определяется кристаллооптическими или рентгено-дифрактометрическими методами в лабораторных условиях после отбора проб. Согласно заводским инструкциям ТИ пробы электролита отбираются 1 раз в 3 суток специальными пробоотборниками из 10 отверстия в криолитоглиноземной корке алюминиевого электролизера (Янко Э.А. Производство алюминия. СПбГУ, СПб.: 2007, 376 с.).

Недостатком способа является то, что отбор образцов электролита для анализа его химического состава обычно осуществляется один раз в три дня, что является 15 недостаточным с точки зрения оперативности контроля, так как величина криолитового отношения может существенно изменяться в течение нескольких часов. В связи с этим электролизер длительное время работает с отклонением параметров от заданных значений, что влечет за собой снижение показателей эффективности его работы.

20 Известен «Способ контроля работы алюминиевых электролизеров» (патент US №№4675081, опубл. 23.07.1987), основанный на прогнозе и диагностике ситуации по текущим замерам при помощи переносных устройств и приборов. Способ заключается в измерении электрических и технологических параметров параллельно со стандартным отбором проб электролита. По полученным данным составляется 25 алгоритм управления криолитовым отношением по аналоговым показателям.

Недостатком известного способа контроля является неточность измерения из-за больших помех, связанных высокоамплитудными колебаниями серийного напряжения в межполюсном зазоре между поверхностью анода и катодным металлом, при этом 30 контролируется только слой межэлектродного расстояния. Контроль при помощи переносных приборов имеет зависимость от временного фактора и не дает объективной оценки текущему состоянию электролизера.

Известен «Способ контроля состава электролита алюминиевого электролизера и щуп» (патент RU №2039131, опубл. 09.07.1995). Способ контроля электролита 35 алюминиевого электролизера включает погружение щупа с электроприводным зондом в расплавленный электролит и регистрацию электрического сигнала. Щуп попеременно охлаждают и нагревают и охлаждение производят до полного отверждения электролита на границе с щупом, снабженным пакетом вставленных в 40 стакан трех или более стержней.

Недостатком способа является применение дополнительно устройства для измерения и увеличение затрат на его обслуживание. Недостатком известного способа также является налипание электролита на щуп и необходимость его чистки, после 45 каждого измерения.

Известен «Способ автоматического контроля технологического состояния электролизера» (патент RU №2005140166/02, опубл. 22.12.2005). Способ автоматического контроля технологического состояния алюминиевого электролизера с обожженными анодами, закрепленными на анодной шине, включающий измерение 50 напряжения на конструктивных элементах электролизера с использованием датчиков напряжения, связанных с вычислительным блоком, и определение токов по анодам, отличающийся тем, что измерение напряжения на электролизере осуществляют в нескольких точках по длине анодной шины, причем число точек измерения выбирают

большим числа определяемых токов, определение которых проводят по анодам.

Недостатком способа является влияние на качество измерения колебаний напряжения, связанных с магнитодинамическим воздействием катодного металла. Для реализации известного способа необходимо большое количество измерительной техники для последующих преобразований, что приводит к значительной погрешности в измерениях технологических параметров.

Известен «Способ контроля технологических параметров алюминиевых электролизеров» (патент RU №2057823, опубл. 10.04.96), принятый в качестве прототипа. Сущность способа заключается в контроле технологических параметров алюминиевых электролизеров, включающий измерение постоянной  $U_0$  и переменной составляющих падения напряжений на электролизере и тока  $J_c^u$  серии, вычисление сопротивления электролизера, причем измерения выполняют одновременно на гармониках, кратных 50 Гц, по результатам измерений определяют величину обратной ЭДС, отличающийся тем, что действующее значение переменной определяют по составляющей тока серии на каждой из гармоник, используемых для измерений, для чего вычисляют соотношение, связывающее измеренные величины гармоник тока серии, и вызванное ими падение напряжения на каждом электролизере по математическому выражению.

Недостатком способа является то, что контроль осуществляется по напряжению электролизера при принятом постоянным значении силы тока серии электролизеров. На гармоники напряжения в межэлектродном пространстве большое влияние оказывают различные технологические факторы и отклонения, которые можно идентифицировать только через многоступенчатую фильтрацию сигналов. К числу основных недостатков известного способа также следует отнести низкую сходимость результатов с фактическими значениями технологических параметров из-за высокого уровня помех, связанных с выполнением технологических операций по обслуживанию и влиянием технических неисправностей, вызывающих сбои подачи сырья. Неточность результатов измерений связана с тем, что контролируется весь слой электролита, находящийся в межэлектродном пространстве.

Техническим результатом является повышение точности и оперативности контроля за изменением состава электролита алюминиевого электролизера.

Технический результат достигается тем, что в способе контроля технологических параметров электролита алюминиевого электролизера, включающем измерение силы тока и расчет технологических параметров, измерение значения силы тока  $I_3$ , а также уровня электролита  $I_3$ , осуществляют при помощи изолированного пробойника автоматизированной системы питания глиноземом, а в качестве технологических параметров рассчитывают электрическое сопротивление слоя электролита  $R_3$  и криолитовое соотношение по формуле

$$KO = N \cdot R_3 \frac{S}{I_3} = N \frac{U \cdot S}{I_3 \cdot I_3}$$

где  $N$  - частотный калибровочный коэффициент;

$R_3$  - расчетное электрическое сопротивление измеренного слоя электролита;

$U$  - фиксированное напряжение, 24 В;

$S$  - площадь контакта пробойника с электролитом;

$I_3$  - измеренный уровень электролита;

$I_3$  - измеренное значение силы тока.

Измерение значения силы тока  $I_3$  проводят при касании наконечника пробойника с электролитом.

Измеренное при помощи пробойника значение силы тока  $I_3$  определяют по максимальному значению амплитуды.

Автоматизированная система точечного питания электролизера глиноземом при помощи пробойника выполняет функции контроля технологического процесса и позволяет решить задачу качественного и оперативного контроля криолитового отношения электролита за счет регистрации отклонения по граничным значениям электрического сопротивления слоя электролита.

Пробойник АПГ является индивидуально изолированным элементом. Измерения электрического сопротивления слоя электролита проводят при постоянном значении напряжения, равном 24 В, по изменяющимся значениям силы тока по закону Ома -  $R_3 = U/I_3$ . Величина электрического сопротивления зависит от содержания химических компонентов электролита - криолитового отношения.

Измерения максимального значения постоянного тока происходят в зоне контакта с электролитом наконечника одного из пробойников системы автоматического питания электролизера глиноземом (АПГ). Пробойник АПГ изолирован, поэтому на измерение электрических параметров не воздействует падение серийного напряжения в общей цепи электролизеров, связанных с влиянием магнитного поля, технологических и технических факторов.

Способ осуществляют следующим образом. При касании изолированного наконечника пробойника АПГ электролита на АСУТП поступает сигнал значения тока. При замыкании с поверхностью металла сигнал об измеренном расстоянии  $I_3$  поступает с контроллера хода штока пробойника (фиг.1). По полученным значениям проводится расчет криолитового отношения по предложенной формуле, который фиксируется на АСУТП. Время измерения и расчета составляет - 7 с. Измерения проводятся с периодичностью 24 раза в сутки.

Пример. В результате замеров установлено, что электрическое сопротивление при постоянном уровне электролита функционально зависит от криолитового отношения, поскольку является величиной, связанной с электропроводностью электролита.

Значение криолитового отношения (КО), которое получили на спектрометре с дифракционным каналом ARL, вводят в матрицу эталонов параллельно с данными замеров электрического сопротивления. Экспериментально подтверждено, что во время замера и одновременного отбора проб электролита, с повышением электрического сопротивления наблюдается увеличение криолитового отношения. Рассчитанное значение криолитового отношения КО после измерений заносят в матрицу и калибруют со значениями стандартных образцов электролита.

Результаты замеров по выявлению оптимальных условий проведения заявляемого способа приведены в табл.1.

Калибровочный коэффициент  $N = КО_{изм} / КО_{ARL}$  - это отношение измеренного КО по предлагаемому способу и эталонного  $КО_{ARL}$ , полученного стандартным способом во время замера, которое учитывает содержание фторидных добавок ( $CaF_2 + MgF_2 + LiF$ ) = 4,0-7,5%, также влияющих на электропроводность электролита.

Способ позволяет решать проблему качественного контроля за изменением состава электролита на алюминиевом электролизере для принятия оперативных решений по его корректировке при зафиксированном отклонении. Изобретение позволяет своевременно выявить технологические расстройства и устранить их, что обеспечивает повышение технико-экономических показателей процесса электролиза.

№ пробы	Электрическое сопротивление $R_z$ , Ом	Криолитовое отношение КО	Содержание добавок (CaF <sub>2</sub> +MgF <sub>2</sub> ), %	Калибровочный коэффициент N
1	0,47	2,15	4,0	1,05
2	0,46	2,20	4,2	1,06
3	0,45	2,25	4,0	1,06
4	0,41	2,30	4,1	1,07
5	0,38	2,35	4,1	1,06
6	0,33	2,40	4,1	1,07
7	0,31	2,45	4,2	1,05
8	0,29	2,50	4,1	1,07
9	0,24	2,55	4,0	1,06
10	0,21	2,60	4,3	1,05
11	0,18	2,65	4,1	1,07
12	0,15	2,70	4,0	1,05
13	0,45	2,15	6,0	1,06
14	0,42	2,20	6,3	1,05
15	0,37	2,25	6,1	1,04
16	0,33	2,30	6,0	1,05
17	0,29	2,35	6,1	1,06
18	0,27	2,40	6,1	1,05
19	0,26	2,45	6,0	1,07
20	0,25	2,50	6,1	1,05
21	0,23	2,55	6,0	1,06
22	0,21	2,60	6,2	1,05
23	0,17	2,65	6,2	1,06
24	0,14	2,70	6,0	1,05
25	0,41	2,15	7,3	1,04
26	0,38	2,20	7,3	1,05
27	0,34	2,25	7,5	1,05
28	0,28	2,30	7,3	1,06
29	0,24	2,35	7,5	1,05
30	0,22	2,40	7,3	1,05
31	0,20	2,45	7,4	1,07
32	0,18	2,50	7,3	1,05
33	0,16	2,55	7,5	1,06
34	0,14	2,60	7,3	1,05
35	0,12	2,65	7,4	1,06

### Формула изобретения

1. Способ контроля технологических параметров электролита алюминиевого электролизера, включающий измерение силы тока и расчет технологических параметров, отличающийся тем, что измерение значения силы тока  $I_3$  и уровня электролита  $I_3$  осуществляют при помощи изолированного пробойника автоматизированной системы питания глиноземом, а в качестве технологических параметров рассчитывают электрическое сопротивление слоя электролита  $R_z$  и криолитовое отношение, при этом измерения значений постоянного тока проводят при максимальных амплитудах тока, измерения электрического сопротивления слоя электролита - при постоянном уровне электролита  $I_3$  и постоянном значении напряжения, равном 24 В, значения электрического сопротивления слоя электролита калибруют в соответствии с текущим значением криолитового отношения электролита, а указанные рассчитанные значения криолитового отношения калибруют со значениями стандартных образцов электролита с получением калибровочного коэффициента, учитывающего содержание фтористых добавок.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что измерение значения силы тока  $I_3$  проводят при касании наконечника пробойника с электролитом.

5

10

15

20

25

30

35

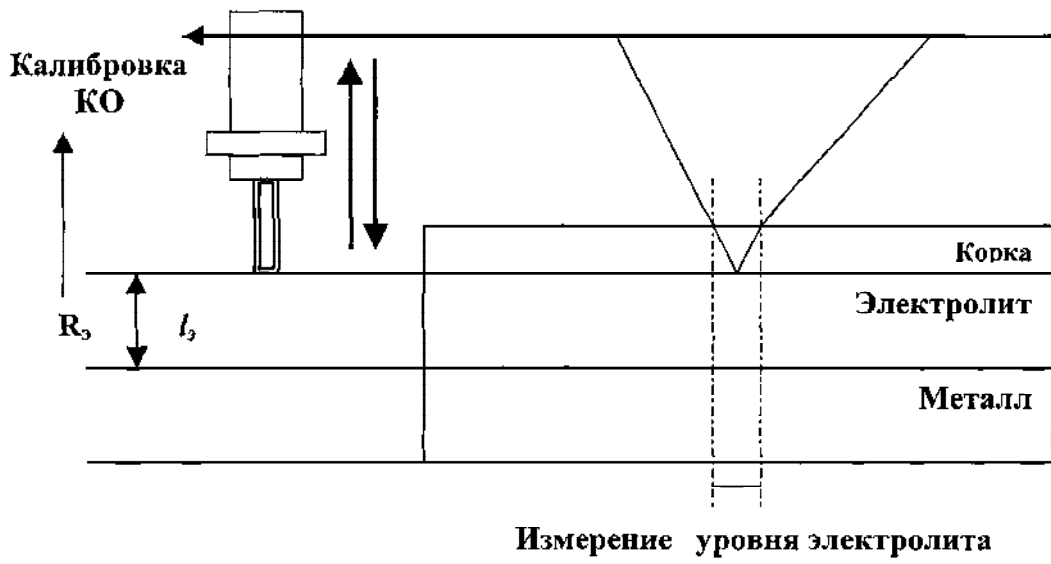
40

45

50



Схема измерения



Фиг. 1