



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00226**

(22) Data de depozit: **29.03.2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2014** BOPI nr. **4/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.07.2012 BOPI nr. **7/2012**

(73) Titular:
• **ALRO S.A. SLATINA, STR.PITEȘTI
NR.116, SLATINA, OT, RO**

(72) Inventatori:
• **KISELEV ANATOLY,
STR.PROFESYOYUZNAIA, BL.41, SC.1,
AP.45, MOSCOVA, RU;**

• **DOBRA GHEORGHE,
STR. PANSELELOR NR.32, SLATINA, OT,
RO;**
• **LAINER YURI, STR.VERNADSKY NR.113,
AP.183, MOSCOVA, RU;**
• **FILIPESCU LAURENȚIU,
STR.SIRENELOR NR.10-12, SC.B, AP.19,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
WO 03/102273 A1; RU 2010118415 A

(54) **PROCEDEU DE REDUCERE A CONSUMULUI DE ANOZI DE
CARBON ÎN PROCESUL DE PRODUCȚIE A ALUMINIULUI
PRIN ELECTROLIZA ALUMINEI SOLUBILIZATE ÎN
TOPITURĂ DE CRIOLIT**



RO 127658 B1

1 Inventția se referă la un procedeu de reducere a consumului de anozii de carbon în
procesul de producție a aluminiului prin electroliza aluminei solubilizate în topitură de criolit,
3 în mediu reducător, procedeu utilizat în scopul protecției chimice a anozilor, reducerii
consumului de carbon, depolarizării anozilor și îmbunătățirii circulației electrolitului în celula
5 de electroliză.

Este cunoscut faptul că performanțele celulelor de electroliză cu anozii de carbon
7 depind în mare măsură de viteza de eliminare a oxigenului și de consumul oxigenului rezultat
la anod în cursul electrolizei, precum și de modul de circulație a topiturii în celula de electro-
9 liză, realizată în vederea accelerării dizolvării aluminei și a omogenizării topiturii în spațiul
dintre anozii și catodi.

11 Este cunoscut faptul că producția industrială de aluminiu a început în anul 1899,
odată cu aplicarea tehnologiei Hall-Heroult de electroliză a aluminei în topitura de criolit. Deși
13 partea de engineering a procesului a progresat continuu, mecanismul reacțiilor la electrozi
încă nu este complet elucidat. Electroliza are loc într-o cuvă cu cheson de oțel placată cu
15 materiale refractare, izolatori termici și căptușeală alcătuită din blocuri de cărbune formate
și tratate termic în mod diferit în funcție de rolul acestora și uzura la care sunt supuse în
17 cursul electrolizei. Catozii sunt montați în poziție fixă pe vatra cuvei, iar anozii consumabili,
suspendați în electrolit, sunt mobili și reglați pentru a menține o distanță optimă anod-catod,
19 pe măsură ce aceștia se consumă, și pentru captarea oxigenului degajat cursul electrolizei
aluminei și conversia carbonului în CO_2 .

21 Electrolitul este criolitul topit, cu adaosuri tipice de AlF_3 (10-12%) și de CaF_2 (4-6%)
pentru controlul temperaturii de topire ($920-970^\circ\text{C}$) și pentru creșterea conductivității băii de
23 electroliză. Alumina calcinată este alimentată periodic în electrolit, menținându-se
concentrația acesteia în electrolit la o valoare mai mare decât cea la care apare efectul
25 anodic. Alimentarea excesivă a aluminei sau viteza mică de dizolvare a acesteia în criolit
conduce la formarea de depuneri pe blocurile catodice, sub stratul de aluminiu topit și
27 respectiv, la descreșterea conductivității electrice a electrolitului. Din acest motiv, geometria
și poziționarea anozilor în celulă trebuie să favorizeze distribuția uniformă a fluxului de bule
29 de CO_2 , CO și O_2 pentru omogenizarea electrolitului. De asemenea, geometria anozilor și
poziționarea lor în celulă are o importanță majoră și în ceea ce privește consumul uniform
31 al anozilor și randamentul de curent al electrolizei.

Densitatea optimă de curent în celulă depinde de designul acesteia fiind cuprinsă
33 în general între $0,7$ și 1 A/cm^2 , în funcție și de intensitatea de curent la care se lucrează
(uzual între 100 și 400 kA), la o tensiune cuprinsă între $4,0$ și $4,5 \text{ V}$. Distribuția tipică a
35 căderilor de tensiune în celula de electroliză, funcționând la parametrii uzuali ($T = 960^\circ\text{C}$;
 $3,0\% \text{ Al}_2\text{O}_3$; $11,8\% \text{ AlF}_3$ și $5,5\% \text{ CaF}_2$) este:

- 37 - potențialul reversibil de descompunere: $1,225 \text{ V}$;
- supratensiunea totală: $0,510 \text{ V (anod)} + 0,080 \text{ V (catod)} = 0,590 \text{ V}$;
- 39 - căderea de tensiune în electrozi: $0,420 \text{ V (anod)} + 0,680 \text{ V (catod)} = 1,100 \text{ V}$;
- căderea de tensiune în electrolit: $1,335 \text{ V}$;
- 41 - tensiunea totală la borne: $4,20 - 4,55 \text{ V}$.

Este cunoscut faptul că producția de aluminiu electrolitic implică un complex de reacții
43 sumarizate de reacția globală: $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{CO}_2$ cu un consum teoretic de $0,334 \text{ kg}$
carbon/ $1,0 \text{ kg}$ aluminiu. În realitate consumurile sunt cu $20-30\%$ mai mari, însumând aproxi-
45 mativ 20% din costul de producție a aluminiului. Din acest motiv, unul din obiectivele majore
ale procesului de producție a aluminiului este reducerea consumului de carbon, în strictă
47 concordanță cu geometria și parametrii de funcționare ai celulei de electroliză. În afara con-
sumului stoechiometric de carbon, conform reacțiilor electrolitice, cantități importante din
49 acest material se consumă în reacții secundare sau fenomene accidentale, precum:

- reacțiile de oxidare a părții neimersate în electrolit cu oxigenul din faza gazoasă, în
51 cazul în care anodul nu este protejat: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$;

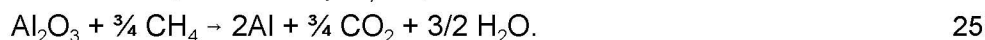
RO 127658 B1

| | |
|--|--|
| - reacții de carbo-oxidare cu CO_2 pe suprafața anodului imersat în electrolit: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$; | 1 |
| - reacții de oxidare selectivă a carbonului provenit din smoală (folosită ca liant în procesul de fabricație a anozilor) cu oxigenul, având viteza mai mare decât viteza de oxidare a cocsului folosit ca material de bază la fabricarea anozilor; aceste reacții conduc la eliberarea particulelor de carbon care se adună la suprafața electrolitului și interferă în procesul de electroliză. S-a constatat ca adaosurile de AlF_3 și H_3BO_3 în baia de electroliză conduc la reducerea consumului de carbon prin faptul că vaporii de AlF_3 egalizează vitezele de oxidare ale carbonului din smoală și din cocs, iar acidul boric blochează catalizatorii de oxidare ai carbonului existenți în materiile prime sau acumulați în electrolit, datorită consumării materiilor prime, evacuării aluminiului și a gazelor reziduale (Na_2O , FeO și V_2O_5). | 3 5 7 9 11 |
| Folosirea anozilor de carbon prezintă numeroase dezavantaje. În primul rând, anozii de carbon introduc în lanțul electrolitic o supratensiune de descărcare de ordinul a 0,5 V. În al doilea rând, anozii de carbon sunt o sursă majoră de impurificare a băii de electroliză. În al treilea rând, consumul neuniform al anozilor crează perturbări în reglarea distanței optime dintre anozii și catodi și determină creșteri necontrolabile ale căderii de tensiune în electrolit. Din punctul de vedere al protecției mediului, consumul de anozii de carbon în procesul de electroliză reprezintă o sursă semnificativă a emisiilor industriale de CO_2 în atmosferă. | 13 15 17 |
| Este cunoscut faptul că identificarea și explicarea tehnică a deficiențelor în funcționarea anozilor de carbon a stimulat cercetările în următoarele direcții specifice (Prasad, 2000): | 19 |
| - studiul calității materiilor prime și optimizarea compoziției chimice și structurale ale pastei de formare a anozilor; | 21 |
| - doparea pastei de anozii cu aditivi pentru mărirea umectabilității și protecția chimică a anozilor, limitarea căderii de tensiune în anozii, coborârea supratensiunii la descărcarea oxigenului, accelerarea reacțiilor carbo-oxidative și a procesului de degajare a oxigenului la suprafața activă a anozilor; | 23 25 |
| - îmbunătățirea geometriei anozilor și a protecției chimice a părților din anozii neimersate în electrolit; | 27 |
| - îmbunătățirea geometriei cuvei de electroliză și a circulației electrolitului în cuvă pentru omogenizare și accelerare a dizolvării aluminei; | 29 |
| - înlocuirea anozilor de carbon cu anozii stabili chimic și mecanic, folosindu-se materiale metalice, oxizi refractari și cermeți. | 31 |
| Este cunoscut faptul că tratarea termică și de suprafață a anozilor de cărbune contribuie la prelungirea vieții anozilor, limitarea pierderilor de carbon și, în final, la economii de energie consumată pe tona de aluminiu metalic. Brevetul US 3852107 descrie primele încercări de protecție a anozilor de carbon prin acoperirea anodului preîncălzit cu un strat de 0,5...5 mm de bori, încorporat într-o matrice refractară. Brevetul US 4613375 arată că acoperirea anozilor cu 0,5...1,0% aditivi anorganici cu conținut de bor și B_2O_3 conduce la un consum de carbon cu 25...50% mai mic decât în cazul folosirii anozilor neprotejați. De asemenea, brevetul DE 3538294 descrie un procedeu de protecție a anozilor de carbon prin acoperite cu compuși de mangan și bor sau de cobalt și bor în proporție de 0,1...0,5% din fiecare metal. Brevetul WO 9428200 recomandă ca tratament în vederea măririi rezistenței la eroziune și la mediul oxidant, imersarea anozilor în soluție conținând 5...60% H_3BO_3 în metanol, etilenglicol, glicerină sau apă conținând un agent tensioactiv, la 80...120°C, timp de 2...60 min. Soluția de impregnare pătrunde pe o adâncime de 1...10 cm, formând un strat de protecție cu un conținut de minimum 200 ppm și maximum de 0,35% bor. Un tratament similar este descris de brevetul US 6194096 , în care imersia anozilor se face în soluția unui compus cu bor însoțit de un aditiv pulverulent format din compuși ai aluminiului, compuși ai | 33 35 37 39 41 43 45 47 |

1 calciului, compuși ai sodiului, compuși ai magneziului, compuși ai siliciului, precum și din
2 carbon și aluminiu elementar. Anozii sunt imersați în suspensia cu compoziția descrisă
3 anterior, la 80...120°C, perioade variabile de timp, în funcție de compoziția fluidului de imersie.
4 Tratamentul mărește rezistența mecanică și rezistența la oxidare a anozilor. Conform
5 brevetului **US 4614569**, anozii sunt acoperiți cu straturi de protecție formate prin electrode-
6 punerea unui amestec de fluoruri, oxizi, sulfuri, oxi-sulfuri și hidruri ale ceriului, însă aceste
7 combinații sunt introduse și în electrolit la concentrații mai mici decât limita lor de solubilitate.
8 Conform brevetului **US 4544472**, compușii zincului în amestec cu alumina și carbonații sau
9 hidroxizii alcalini produc straturi de protecție rezistente la oxidare la suprafața anozilor de
10 carbon. Pentru reducerea consumului de carbon în procesul de electroliză, brevetul
11 **US 6024863** propune introducerea în pasta de formare a anozilor a compușilor anorganici
12 sau organometalici ai elementelor din grupele 4 (titan, zirconium și hafniu) și 13 (bor,
13 aluminiu, galiu, indiu și taliu). Acești compuși neutralizează efectul catalitic al impurităților din
14 cocsul de petrol asupra proceselor secundare de oxidare din celula de electroliză a aluminei.
15 Conform brevetului **US 4427540**, compușii anorganici sau organometalici ai magneziului
16 acționează în mod similar, măbind rezistența la oxidare a anozilor de carbon. Brevetul
17 **US 5851677** descrie un procedeu de protecție împotriva oxidării părților din anod care nu
18 sunt imersate în baia de electrolit. Procedeu se referă la depunerea geopolimerilor ca
19 straturi de protecție. Un geopolimer recomandat este cel bazat pe compuși polimeri din
20 familia compușilor fluoropoly (sialate-disiloxo). Anozii sunt imersați în baia de polisilicați la
21 temperatura mediului ambiant și apoi tratați termic la 80°C timp de 30...40 h în atmosferă
22 umedă, pentru desăvârșirea reacțiilor de geopolimerizare. Geopolimerul este stabil termic
23 și mecanic, iar rezistența sa în mediul oxidant din celulele de electroliză este suficientă
24 pentru a proteja anozii pe durata uzuală de staționare a acestora în celula de electroliză.
25 Unul din marile dezavantaje ale acoperirilor de protecție a anozilor de carbon este
26 impurificarea băii de electroliză cu impurități metalice, în condițiile în care conținutul maxim
27 admis al acestui tip de impurități nu trebuie să depășească 150 ppm. Este cunoscut faptul
28 că geometria celulei și a anozilor influențează viteza de degajare a oxigenului la anozii, pre-
29 cum și omogenitatea băii de electroliză. Ambele efecte acționează direct asupra consumu-
30 lului uniform al anozilor și de aici, asupra supratensiunii anodice și respectiv, asupra randa-
31 mentelor de curent. Bulele de gaz degajate la anod asigură turbulența în zona de alimentare
32 a aluminei, distribuția aluminei în masa electrolitului și dizolvarea acesteia. Dacă anozii sunt
33 așezați în poziții corecte și la distanțe optime unul față de celălalt, degajarea bulelor de gaz
34 induce circulația electrolitului în celulă. Intensitatea circulației electrolitului în celule este o
35 măsură a dependenței cineticii de descompunere a aluminei în condițiile unei geometrii date
36 a celulei. Circulația naturală a bulelor de gaz asigură condițiile minimale ale omogenizării
37 electrolitului. Însă, accelerarea degajării bulelor la suprafața anodică și dirijarea fluxului de
38 gaze pot aduce creșteri semnificative ale randamentului global în producția de aluminiu. Din
39 acest motiv o serie de brevete au adus îmbunătățiri în geometria anozilor de carbon, cu
40 scopul măririi vitezei de drenare a gazelor la suprafața anozilor. În lucrarea "*How to obtain*
41 *open feeder holes by installing anodes with tracks*" *Light Metals*, 1998, pp 247-255, autorii
42 demonstrează că existența canalelor cu lățimea de 20 mm pe suprafața activă a anozilor
43 asigură cea mai bună viteză de evacuare a gazului generat în cursul electrolizei. Brevetul
44 **US 5330631** propune anozii cu profile în formă de V pe suprafața activă a anodului orientate
45 către catod sau cu extensii având diverse forme geometrice pe suprafața anodului, destinate
46 orientării fluxului de gaze în scopul accelerării degajării acestora și reducerii rezistivității
47 electrolitului. În mod similar brevetul **US 5683559** propune, ca mijloc de accelerare a gazelor

de la suprafața anodului, un anod cu suprafața activă acoperită de rețelele de canale orientate către periferia acestuia. O altă variantă de anod prelucrat în vederea accelerării degajării gazelor de la suprafața activă este descrisă în brevetul **US 7179353**. În această variantă, cel puțin unul dintre anozii din cuva de electroliză are săpate pe suprafață și orientate către centrul celulei orificii deschise numai la un singur capăt, având adâncimea de 40...80% din grosimea anodului. Gazele formate în interiorul acestor orificii formează un jet care modifică circulația electrolitului în jurul acestui anod, antrenând, atât particulele de alumina din suspensie, cât și bulele de gaz formate pe celelalte suprafețe ale anodului în contact cu electrolitul. Efectul global al modificării geometriei anodului este creșterea vitezei de dizolvare a aluminei și scăderea căderilor de tensiune în anod. Alte date de referință pentru modificarea geometriei celulelor și a anozilor, precum și a mijloacelor de protecție antioxidantă a acestora sunt descrise în brevetele: **US 4602990**, **US 5380416**, **US 6800191**, **US 7799189**, **US 7901560**, **US 7820027**, **US 20090114548**, **US 20100096258**, **US 20100147678**, **WO 2009000772**.

Toate modificările în geometria anozilor și a suprafeței lor nu afectează capacitatea de oxidare a gazelor emise la anod, iar extinderea canalelor până la interfața anod-perete al celulei provoacă disrupții la suprafața metalului lichid din cuvă, reducând randamentului de curent al procesului. În plus, prelucrarea excesivă a suprafeței anodului este costisitoare și provoacă pierderi de carbon. Este cunoscut faptul că depolarizarea anodului în procese electrochimice conduce la scăderea supratensiunii de descărcare a oxigenului și permite reducerea consumului specific de energie electrică. Astfel, depolarizarea anodului la electroliza aluminei în topitura de criolit poate fi făcută cu gaze reducătoare (CH_4 și H_2), atât în cazul folosirii anozilor de carbon, cât și al folosirii anozilor metalici (Haarberg et al., 2010). În acest caz reacția electrochimică, totală sau parțială, este:



O adaptare a acestui principiu este descrisă în brevetul **US 6039862**, iar testarea în laborator a reducătorilor C_2H_6 , CH_4 și H_2 a condus la rezultate semnificative (Kronenberg, 1969, Stenderand et al., 1969). Într-o variantă similară, brevetul **DE 3721311** propune alimentarea gazului reducător în celula de electroliză odată cu alumina printr-o conductă solidară cu alimentatorul pneumatic.

Una dintre cele mai interesante propuneri de reducere a consumului de carbon și de reducere a emisiilor de CO_2 în atmosferă, similară principial cu prezenta propunere de brevet, este descrisă în brevetul **WO 03102273**. În acest caz, conducta de alimentare cu gaz reducător (C_2H_6 , CH_4 sau H_2) este solidară cu tije de susținere a anodului și de alimentare la sursa de curent electric. În același timp, anodul este prelucrat în vederea distribuției uniforme a gazului reducător pe întreaga suprafață activă a acestuia.

Este de menționat de asemenea și documentul **RU 2010118415 A**, care prezintă o celulă de electroliză pentru studierea parametrilor de producere a aluminiului prin electroliză în topitură de criolit, având un anod din carbon la nivelul căruia se determină coroziunea acestuia, produsă prin oxidare, anodul având un miez din carbon pur introdus în interiorul unei mantale de carbon fixat pe un substrat de oxid de aluminiu cu un spațiu între cele două părți, prin care circulă un gaz compus din CO și CO_2 introdus prin partea inferioară a mantalei.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de procedeu de reducere a consumului de anozii de carbon în procesul de producție a aluminiului prin electroliză în electrolit topit, conform invenției, constă în utilizarea unui gaz reducător de spălare a suprafeței anodului eficient dar și ieftin și ușor de obținut care să nu dea reacții secundare nedorite.

RO 127658 B1

1 Procedeul conform invenției rezolvă această problemă tehnică, prin aceea că prevede
2 pomparea, prin talpa anozilor de carbon, a unui gaz reducător constând într-un amestec de
3 CO și CO₂ cu 70...100% CO, introdus în masa de electrolit dintre anozii și catodi la o presiune
4 de 1,1...1,2 bari, cu un debit de 1...1,5 Nm³/tona de aluminiu, recuperat din gazele evacuate
5 din celulele de electroliză sau din cuptoare de calcinare a anozilor de carbon, ceea ce asigură
6 un mediu reducător, atât în masa de electrolit- prin preluarea oxigenului degajat pe fețele active
7 ale anozilor și conversia parțială a acestuia în CO₂, cât și în spațiul liber al celulei, pentru a
8 preveni oxidarea părților din anozii neumectate de electrolit, în scopul intensificării procesului
9 de degajare a oxigenului atomic de la suprafața anodului, omogenizării compoziției electrolitului,
10 accelerării dizolvării aluminei și menținerii unei atmosfere reducătoare în volumul cuvei de
11 electroliză, pentru evitarea coroziunii elementelor metalice ale cuvei.

12 Procedeul conform invenției înlătură dezavantajele folosirii altor clase de reducători,
13 prin aceea că nu sunt introduse în tehnologia de electroliză alte reacții decât cele existente
14 în mod uzual în celulele de electroliză cu anozii de carbon și evită reacțiile secundare posibile
15 la folosirea reducătorilor de tipul C₂H₆, CH₄ sau H₂.

16 Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

17 - permite eliminarea tratamentelor termice și chimice complicate a suprafeței anozilor
18 și înlătură posibilitatea impurificării aluminiului cu produsele sau cu produsele reziduale
19 rezultate în urma tratamentelor chimice ale suprafeței anozilor;

20 - permite aplicarea simultană și a altor procedee de reducere a consumului de anozii
21 sau de protecție chimică și mecanică a anozilor;

22 - nu necesită prelucrări mecanice și de finisare costisitoare ale anozilor.

23 Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje semnificative pentru redu-
24 cerea consumului de carbon în procesul de obținere a aluminiului prin electroliza aluminei
25 în topitura de criolit:

26 - fluxul de oxid de carbon colectează oxigenul format la suprafața anozilor prin depola-
27 rizarea acestora și accelerează procesul de degajare a oxigenului de la suprafața activă a
28 anozilor, măbind astfel viteza procesului electrochimic, adică a productivității celulei;

29 - oxidul de carbon reduce capacitatea de oxidare în pelicula de electrolit care curge
30 pe întreaga suprafață umectată a anozilor;

31 - fluxul de oxid de carbon uniformizează consumul anodului și reduce fracția de
32 carbon pulverulent dispersată în masa electrolitului;

33 - fluxul de oxid de carbon creează o mișcare a fluidului în plan orizontal în spațiul
34 dintre anozii și catodi, precum și în plan vertical în spațiile dintre anozii și dintre anozii și pereții
35 celulei de electroliză, favorizând dizolvarea mai rapidă a aluminei și omogenizarea băii de
36 electroliză;

37 - fluxul de oxid de carbon uniformizează dimensiunea bulelor și asigură o cădere de
38 tensiune staționară în electrolit;

39 - îmbogățirea în oxid de carbon a gazului evacuat din celule reduce coroziunea
40 tuturor componentelor imersate sau neimersate în baia de electroliză;

41 - prin schimbarea chimismului oxigenului în celulă, se reduce consumul de carbon
42 în procesul de electroliză și în consecință, se reduce emisia de CO₂ în atmosferă.

43 Procedeul conform invenției introduce un gaz toxic în procesul de fabricație, însă
44 gazele reziduale rezultate după defluorurare și purificare au aceeași compoziție ca în cazul
45 funcționării celulei de electroliză la parametri standard, iar cantitatea de CO₂ emisă în
46 atmosferă pe tonă de aluminiu se reduce proporțional cu cantitatea de CO alimentat în celula
47 de electroliză și convertit în CO₂.

48 Invenția este prezentată pe larg, în continuare, în legătură și cu figura, care prezintă
49 schema tehnologică de aplicare a procesului de producere a aluminiului prin electroliza
50 aluminei solubilizate în topitură de criolit, în mediu reducător.

RO 127658 B1

| | |
|--|--|
| Procedeul conform invenției constă în alimentarea unui gaz reducător îmbogățit în oxid de carbon, provenit din separarea oxidului de carbon din gazele evacuate din celula de electroliză sau din cuptoarele de coacere a anozilor de carbon, la presiunea de 1,1...1,2 bari, cu concentrația de 70...100% CO, cu un debit de 100...150 Nm ³ /tona de aluminiu metalic produs, în masa electrolitului situată între anozii și catozii celulei de electroliză, prin canale de aducție de la tijele de susținere a anozilor către talpa anozilor, în condițiile funcționării celulei de electroliză la parametri optimi, fără modificări semnificative ale tehnologiei de fabricare sau de finisare a anozilor de carbon. | 1 3 5 7 |
| Procedeul conform invenției modifică chimismul oxigenului degajat în cursul procesului de electroliză la suprafețele active ale anozilor, în sensul că o parte din oxigenul degajat este preluat de fluxul gazos bogat în oxid de carbon și convertit în CO ₂ , fără a consuma carbonul din anozii. | 9 11 |
| Procedeul conform invenției modifică cinetica oxidării carbonului pe suprafețele anozilor neumectate de electrolit, precum și cinetica altor elemente constructive ale anodului și ale celulei în contact cu gazele reziduale evacuate din celulele de electroliză, în sensul că gazele reziduale vor avea o capacitate de coroziune mai mică datorită reducerii concentrației oxigenului activ prin reacția acestuia cu oxidul de carbon. | 13 15 17 |
| Procedeul conform invenției modifică circulația electrolitului în celula de electroliză și permite, în funcție de geometria celulei, așezarea anozilor și sistemul de alimentare a celulei cu alumina, dizolvarea mai rapidă a aluminei și omogenizarea masei electrolitului. | 19 |
| Procedeul conform invenției se aplică conform schemei de funcționare din figură, la parametri ai procesului de electroliză similari cu cei aplicați în cazul folosirii ca agenți reducători a etanului, metanului sau hidrogenului. Astfel, conform schemei din figură, alumina calcinată trece din un siloz de alumina 1 printr-un sistem de epurare uscată 6 și ajunge la un centrul de tratare a gazelor 5, unde servește la adsorbția compușilor cu fluor din gazele care părăsesc celula de electroliză. De la centrul de tratare a gazelor 5, alumina este preluată și dozată în celulă cu ajutorul alimentatoarelor pneumatice. Anozii celulei 2 sunt prevăzuți cu canale de distribuție a CO și permit dozarea gazului în spațiul dintre anozii și catozii. Celula este conectată la barele curent alimentate de stația de redresare 4. Sărurile de fluor 3 sunt alimentate periodic, pentru a păstra constantă compoziția băii de electroliză. Gazele evacuate din celula de electroliză sunt aspirate din centrul de tratare a gazelor 5 cu un compresor 8 prin intermediul unui sistem de epurare grobă 7. Gazele comprimate sunt trimise la un separator de gaze 9, unde are loc separarea CO de CO ₂ . În continuare, CO este încălzit în schimbătorul de căldură 10, iar CO ₂ este trimis într-un colector 11. | 21 23 25 27 29 31 33 |

1

Revendicări

3

1. Procedeu de reducere a consumului de anozii de carbon în procesul de producție a aluminiului prin electroliza aluminei solubilizate în topitură de criolit, prin utilizare a unui gaz reducător introdus prin o conductă solidară cu tije de susținere a anodului celulei de electroliză a aluminiului, prelucrat pentru a permite trecerea gazului reducător în vederea distribuției uniforme a acestuia pe întreaga suprafață activă a lui, **caracterizat prin aceea că**, fără modificarea semnificativă a parametrilor de funcționare ai celulei de electroliză sau ai procesului de fabricare a anozilor de carbon, în scopul intensificării procesului de degajare a oxigenului atomic de la suprafața anodului, omogenizării compoziției electrolitului, accelerării dizolvării aluminei și menținerii unei atmosfere reducătoare în volumul cuvei de electroliză pentru evitarea coroziunii elementelor metalice ale cuvei, este utilizat drept gaz reducător un amestec de CO și CO₂ cu 70...100% CO, introdus în masa de electrolit dintre anozii și catodi la o presiune de 1,1...1,2 bari, cu un debit de 1...1,5 Nm³/tona de aluminiu, recuperat din gazele evacuate din celulele de electroliză sau din cuptoare de calcinare a anozilor de carbon.

5

7

9

11

13

15

17

2. Procedeu de reducere a consumului de anozii de carbon în procesul de producție a aluminiului, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, cel puțin doi anozii din fiecare celulă de electroliză, situați în zona de alimentare a aluminei în celula de electroliză, sunt prevăzuți cu canale de aducție a gazului reducător îmbogățit în oxid de carbon, la un debit corespunzător și în condițiile generării unui flux continuu de bule având dimensiuni suficiente de mari pentru a depolariza anozii și a colecta oxigenul eliberat în procesul de electroliză pe fețele active ale anozilor și a-l converti parțial în CO₂, precum și pentru a se distribui uniform, atât în masa de electrolit pentru a accelera dizolvarea aluminei și omogenizarea electrolitului, cât și în spațiul liber al celulei, pentru a preveni oxidarea părților din anozii neumectate de electrolit.

19

21

23

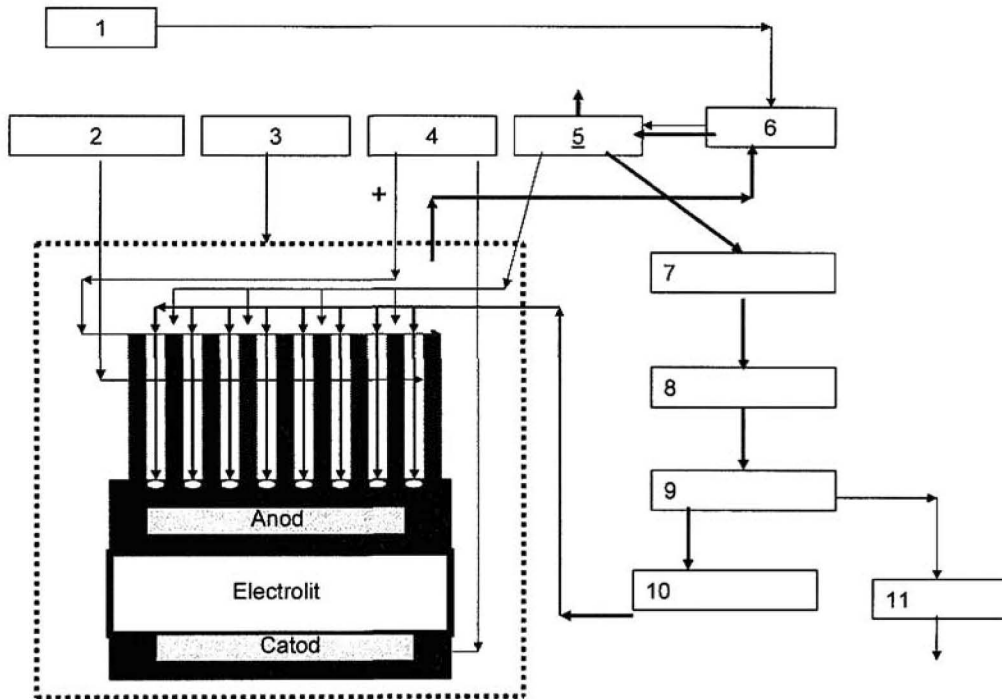
25

(51) Int.Cl.

C25C 3/06 (2006.01),

C25C 7/02 (2006.01),

C22B 21/02 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 250/2014