

KRALJEVINA SRBA, HRVATA I SLOVENACA

UPRAVA ZA ZAŠTITU

KLASA 12 (3)



INDUSTRIJSKE SVOJINE

IZDAN 1. DECEMBRA 1925.

PATENTNI SPIS BR. 3292.

Aluminum Company of America, Pittsburgh, U. S. A.

Poboljšanja u proizvodnji aluminijuma ili koja se na istu odnose.

Prijava od 20. decembra 1923.

Važi od 1. decembra 1924.

Traženo pravo prvenstva od 21. decembra 1922. (U. S. A.)

Ovaj se pronalazak odnosi na proizvodjenje aluminijuma ma kog stepena čistoće, i to pomoću elektrolitičkog rafiniranja nečistog aluminijuma ili legura, koje sadrže aluminijuma i drugih sastojaka. Ranije je bilo predloženo vrlo mnogo načina da se to izvede, ali je dobro poznato da ni jedan dosadnji postupak nije bio za industrijsku primenu. Čak šta više, bilo je široko poznato današnjim proizvođačima aluminijuma, da je takav postupak u svemu neotklonjivo nepraktičan. Naš je pronalazak rezultat širokih ispitivanja i istraživanja u vezi sa problemom u pitanju zajedno sa praktičnim radom na širokim osnovama, i nadjeno je, da se može vrlo lako izvoditi. Sa njime, mi smo bili u stanju da na industrijskoj skali proizvodimo metalni aluminijum 99, 98% čistće po vrlo nisku cenu.

U našem postupku nečist aluminijum ili aluminijumska legura upotrebljava se u rastopljenom stanju kao anoda, u dodiru sa elektrolitom, koji se obično sastoji od jednog ili više rastopljenih fluorida sa ili bez dodavanja hlorida. Čist se aluminijum slaže na katodu od rastopljenog čistog aluminijuma, koji obično pliva po rastopljenom elektrolitu. Ovaj pronalazak obuhvata više korisnih oblika, koje, ma da se mogu zasebno iskorišćavati, naročito se zapažaju kada se iskorišćuju zajedno. Jedna od tih odlika jeste, da se načini takva legura, koja će na radnoj temperaturi biti dovoljno tečna da može dovoliti da se utrošeni aluminijum brzo zameruje u površini dodira između anode i elektrolita. Da nije toga, nečistoće, koje se

nalaze u leguri ili nečistom aluminijumu, bile bi rastvorene u elektrolitu i kao takve, složile bi se na katodi u tolikim količinama da bi se čistoća metala jako oštetila. Druga jedna odlika ovog pronalaska jeste podrezavanje sekundarnih dejstva i reakcija, kojima se već rastvorene nečistoće ponova obaraju iz elektrolita na anodnu leguru, a one, koje su već naslagane na katodi, da se ponova rastvore u elektrolite, kao na primer, proizvodeći jako mešanje i cirkulaciju u rastopljenoj masi, tako da se dodirna površina između katode i elektrolita i anode jako ispira. Jedna dalja odlika jeste ta, što se održava izvesan minimum do kojeg se aluminijum sme izvlačiti iz anodne legure, i to time, što se odliva jedan deo osiromašene legure, a dodaje se sveže na mesto izvadjenog dela. To se radi radi održavanja selektivnosti u dejstvu elektrolita u pogledu na aluminijum.

Elektrolit, ili kupatilo, koje mi obično upotrebljavamo jeste onaj, koji sadrži u sebi aluminijum fluoride, sa dodatkom jebnog ili više fluorida metala, koji su elektropozitivniji nego što je to aluminijum. Mi najradije sastavljamo naš elektrolit na sledeći način:

Aluminijum fluorida 25 do 30 od sto.

Barium fluoride 30 " 38 " "

Natrium fluorida 25 " 30 " "

Aluminijum oksida 0,5 " 3 " "

Kalcium i magnezijum

fluorida prisutnih

kao neotklonjiva nečistoća oko 2 od sto.

Dodavanje fluorida drugih alkalnih ili alkalozemljanih metala može se dopustiti, ali

prisustvo drugih kojih halogena, sem fluorida, ne sme se dopustiti, a naročito ako se želi dobiti metal rafiniran do krajnih granica. S druge ruke, obično mnogo ne škodi ako u elektrolitu i bude kiseonikovih aniona, pa prema tome, i aluminium oksid se može upotrebiti u elektrolitu. U nekim slučajevima čak se i želi da ima aluminijum oksida u elektrolitu, ali ni u kom slučaju toliko, da može da se rastvor zasiti.

Govoreći u opšte, upotrebljeni elektrolit mora biti sposoban, pod običnim uslovima, da deluje selektivno u pogledu na aluminijum, tako da se može rastvoriti u elektrolit iz anodne legure i to u većim količinama nezavisno od ostalih sastojaka. Ovu važnu odliku pokazuje u punoj meri elektrolit gore opisane klase.

Jedno takvo kupatilo, odnosno, elektrolit tečno je u svim granicama radne temperature, i mnogo je manje gustine nego nečisti aluminijum ili aluminijumska legura, koja je nadjena da se može najlakše upotrebiti za izvođenje ovog postupka. Prema tome, ovakvo će kupatilo plivati po rastopljenoj leguri. U isto vreme, ovakvo je kupatilo taman dovoljno gušće nego čist rafinirani aluminium, usled čega će ovaj poslednji plivati po površini rastopljenog elektrolita. Pored toga, gore opisani elektrolit u stanju je da u sebe rastvori i poveću količinu aluminijum oksida.

U opšte, svaka aluminijumska legura može se rafinirati samo ako ima gustinu veću nego što je ima elektrolit, i koja će biti dovoljno tečna, za sve vreme postupka, da se može mešati. U slučaju da je gustina aluminijumske legure mnogo mala, može se povećati dodavanjem kojeg težeg metala, ili težih metala. Od metala, koji se obično mogu upotrebiti za ovaj cilj pokazalo se da je bakar najbolji. U praktici, radna temperatura leži između 850°C i 1100°C, za gore pomenuti elektrolit, sa srednjom temperaturom od 950°C. Elektrolit gore izloženog sastava na srednjoj radnoj temperaturi imaće gustinu između 2,5 i 2,7 grama po kubnom santimetru. Aluminium na istoj temperaturi ima gustinu od približno 2,3 grama po kubnom santimetru, a u slučaju da sadrži malu količinu težih metala, pa čak i poveću količinu silicijuma ili kojih drugih nečistoća manje gustine, plivaće po rastopljenom elektrolitu u mesto da kroz njega propadne. Prisustvo od 25% bakra daje leguru, koja i na radnoj temperaturi od 960°C., ima gustinu od prilike 2,8. Ovo je dovoljno iznad gustine elektrolita da bi se osiguralo da će ova legura ostati uvek na dnu. Čak i veća proporcija bakra može se uzeti, samo u tom slučaju elektrolit i legura moraju biti dovoljno pokretljivi na gornjoj granici za redovno i glatko elektrizovanje, recimo, između 1050° ili 1100°C.

Tačka smrzavanja čistog bakra leži u

blzini 1083°C., ali dodavanjem 2% silicijuma svodi se ova tačka smrzavanja do na 1050°C. i prema tome, legura koja sadrži u sebi 82% bakra i 18% silicijuma, može se lako topiti već na 815°C. Dalje dodavanje silicijuma ima za dejstvo da se tačka smrzavanja ponova diže, tako, da legura, koja sadrži 31% silicijuma i 69% bakra ima tačku smrzavanja u blizini 1050°C. Silicijum ima osobinu da može smanjiti, upravo, sniziti tačku smrzavanja u leguri od bakra i aluminijuma. Na primer, aluminijum-bakar legura, koja predstavlja jedinjenje po formuli $Cu_3 Al$, (87,6% Cu i 12,4% Al) ima za tačku smrzavanja temperaturu od 1050°C., koja se temperatura svodi na 930°C., ako joj se doda 5% silicijuma, a sa 10% silicijuma tačka smrzavanja svodi se na 795°C. Prisustvom silicijuma u količinama od 2 do 32 od sto u leguri bakar-silicijum, sčvršava se da se aluminijumska legura sčvršne na temperaturi od 1050°C., ili većim temperaturama, dozvoljavajući na taj način da se skoro sav aluminijum izvadi iz legure, pa ipak da ostatak ne sčvršne u čvrstu masu. Prisustvom gvozdja i litanijuma, ili ma kojeg od njih, tačka smrzavanja lako se penje, pa je prema tome, i njihovo prisustvo u radnoj leguri posve štetno. I drugi metali i materijal služiće, sem silicijuma, na to, da se spreči da se legura sčvršne u koliko se aluminijum izvlači, ali se silicijum najradije upotrebljava radi njegove jevtinoće, jer se može bez velike štete odbaciti u obliku šljake, kada se zaostali metal bude tretirao radi dobijanja bakra. Ma koji drugi materijal, kao kalaj ili koji drugi materijal, koji se lako topi, a koji se može legurisati sa aluminijumom, morao bi biti bačen, ili bi bilo potrebno da se naročito odvaja za vreme procesa za dobijanje bakra iz zaostale legure. U oba slučaja, takav bi postupak samo podigao cenu koštanja proizvodnje.

I sam aluminijum ima osobinu da snizi tačku topljenja bakra, i to se može iskoristiti, ako je to potrebno, u kom se slučaju legura ističe iz topioničnog lonca, odnosno, lonca gde se vrši elektrolitična rafinada, još dok anodna legura sadrži poveću količinu aluminijuma. Drugim rečima, proporcija aluminijuma i silicijuma mora biti tako podešena u pogledu na ostale sastojke da anodna legura ostane uvek i pod svima uslovima dovoljno tečna u granicama radnih temperatura, koje su određene time, što se sprečava prekomerno isparavanje ma kojih od sastojaka legure. Prema tome, ako se želi da se sav aluminijum ukloni iz lagura, proporcija silicijuma u anodnoj leguri, kada bude aluminijum potpuno izvučen, ni u kom slučaju ne može biti manji od 2% bakar-silicijum legure. Ali ako sam silicijum nije dovoljan da održi leguru u tečnom stanju, biće potrebno da se legura

zamenu (ili da se jedan deo zamenu sa novim materijalom) (ili da se doda još silicijuma) pre nego što se sav aluminium izvuče. Govoreći uopšte, treba uvek da ima taman toliko silicijuma koliko je potrebno da se legura održava u devoljno tečnom stanju na radnoj temperaturi od 1000°C., ili tu blizu, i ako je sav aluminium već izvučen. Proporcija silicijuma u silicijum-bakar leguri dovoljna je da bude 5% za ovaj cilj, ako proporcija gvoždja ne prelazi 5%. Ima se razumeti da nije potrebno u svima slučajevima da legura bude potpuno rastopljena i tečna. Pod izvesnim uslovima prisustvo čvrstih delića nekog teško topljivog metala u ograničenoj količini, neće mnogo škoditi sem ako ne sprečavaju slobodan tok aluminijske legure.

Zbog gornjih razloga upotrebljava se legura koja sadrži najviše 20 od sto bakra, i između 2 i 32 od sto silicijuma u silicijum-bakar leguri. Jedna od primena ovog našeg pronalaska jeste i dobijanje aluminijuma iz legure, proizvedene elektrotermalnim putem, koja, na primer, može imati ovakav sastav:

Aluminium	30%
Bakra	35%
Silicijuma	10%
Gvoždja	manje od 5%
Titanijuma	manje od 1%

U samom rafiniranju, uvodi se uni-direkciona ili jedno smisljena struja u anodnu leguru ili nečisti aluminium, i prolazi na gore kroz elektrolit do u katodu, sa rezultatom da se na njoj aluminium slaže. Dovoljno velika gustina struje mora se upotrebiti da se električni gubitci u otporu u samom loncu dovedu na meru, koja će biti dovoljna da se potrebna radna temperatura može održati.

Podesan i zgodan aparat za ovaj posao ilustrovan je u priloženim crtežima, ali se ima razumeti da se ovaj pronalazak ni u kom slučaju ne ograničava samo na taj oblik.

Obraćajući se na crteže imamo:

Figura 1 jeste plan lonca.

Figura 2 i 3 jesu poprečni preseki po linijama 2—2 i 3—3 u figuri 1.

Figura 4 i 5 jesu detaljni preseki po linijama 4—4 i 5—5 u figuri 1, koji ilustruju spojeve za vodu između vodenih rukavaca i od, ka i između njih.

Figura 6. jeste detaljan presek po liniji 6—6 u figuri 1, gde se pokazuje način spajanja gornjih elektroda za odvodne sprovodnike.

Figura 7 jeste detaljan presek u istoj ravni kao i figura 2, gde se ilustruje način, na koji se utvrđuje gornji i donji deo lonca, da bi se dobila potrebna mehanička čvrstina pa ipak da se ta dva dela ne spoje električno.

Figura 8 jeste detaljan presek, koji ilustruje jedan zgodan oblik anode za upotrebu pri deoksidaciji elektroliteta.

Figura 9 jeste detaljan presek u istoj ravni

kao i figura 2, gde se pokazuje toplotno izolujuća kora, koja se nalazi iznad katodnog metala.

Donji deo lonca 10, obično se načini od čelika u obliku cilindričnog suda, mnogo većeg prečnika nego dubine, i blizu gornje ivice snabdeven je sa vodenim rukavcem 11, koji se najlakše daje načiniti ako se gornja ivica snabde sa širokom flanšom 12, pa se potpaše sa jednim koničnim prstenom 12a, koji se zavari za donju flanšu 12, i zidove lonca.

Iznad donjeg dela lonca 10, nalazi se gornji deo 13, koji takodje može biti od čelika, i koji je snabdeven sa šupljim zidovima, kako bi obrazovali gornji vodeni rukavac 14. Unutranja strana njegovih zidova načinjena je nešto konično, kao što je to i ilustrovano. Da bi se ova dva dela mogla održavati izolovani jedno od drugog, pljosnat prsten od azbesta, ili kojeg drugog materijala, 15, može se umetnuti između tih delova.

Da bi se dobila potrebna mehanička jačina ova se dva dela mogu pričvrstiti jedno za drugo pomoću šrafova 16, koji prolaze na gore kroz flanšu 12 i zavrću se u pojačanja 17 na dnu gornjeg dela lonca i to u samom vodenom rukavcu. Da se izbegne električni spoj kroz rupe u flanši, kroz koje prolaze šrafovi, umeću se u njih cevčice 16, a takodje se upotrebljavaju i kolutovi 19. Ako se upotrebljavaju vodeni rukavci, što se u mnogo slučajeva i radi, ni cevčice ni izolujućii kolutovi neće biti izloženi visokim temperaturama, pa se preme tome, mogu načiniti od skoro ma kojeg izolujućeg materijala koji neće omekšati na temperaturi od 100°C ili nižoj, i koji može da izdrži opterećenje proizvedeno stezanjem šrafova.

Podesni spojevi za vodu i vodene rukavce namešteni su, i radi prostote i jasnoće mogu biti načinjeni i udešeni tako, da voda teče iz donjeg u gornji rukavac. Radi toga vodeni je rukavac 11 snabdeven sa ulaznom slavinom 20, koja se sa cevi 21 spaja za ma koji podesan izvor vode, koji ovde nije izložen, i sa slavinom 22, koja je cevlju 23 spojena za ulaznu slavinu 24, kroz koja se voda iz donjeg rukavca uvodi u dno gornjeg rukavca. Gornji rukavac je snabdeven sa izlaznom slavinom pri vrhu, (i to zato da se izbegne skupljanje vazduha) 25 koja se slavina može spojiti za odvodnu sev 26 pomoću druge cevi 27. Da bi se izbeglo spajanje sa zemljom preko slavine 22 i 25, odnosno preko spojnih cevi 21 i 27, one mogu biti načinjene od kaučuka, a tako isto i cev 23, kako bi se i obadva dela lonca potpuno izolovla a jedno od drugog. Voda, koja se upotrebljava za rashladjivanje, mora biti dovoljno čista da može da spreči sprovodjenje povećih količina struje iz jednog dela lonca u drugi na voltaži, koja se upotrebljava u ovom postupku.

Na dno donjeg dela lonca može se staviti obloga 28, koja će služiti za sprečavanje sprovođenja toplote, kao na primer, usitnjeni baksit, aluminijum oksid, magnezijum oksid, ili netopljive cigle, i to radi smanjivanja gubitka u toploti odvođenjem kroz dno lonca, a iznad ovog sloja može se načiniti prevlaka 29 od kakvog refraktornog materijala, recimo, ugljenika, koji je udešen tako, da u svojoj sredini ima udubljenje, u koje može da primi leguru ili materijal, koji se ima rafinirati. Donja obloga može se vrlo zgodno načiniti utapavajući mešavinu od katrana, katrana kamenog uglja, i zrnastog koksa, na temperaturi, koja je dovoljna da ova masa bude plastična. Zatim se ceo lonac i njegova sadržina stave u peć, gde se ispeče, povišavajući postepeno temperaturu do blizu 600° C kada se masa ščvrzne i ispeče.

Dobar električni spoj između donjeg dela lonca i njegove prevlake na dancetu može se učiniti pomoću sprovodnih ploča 31, koje su zaverene za unutrašnju stranu lonca, tako, da su i električno i mehanički izjedna sa njime. Ove se ploče protežu ka sredini lonca kroz dancetovu oblogu, koja je izlivena oko njih. U ravni ovih skupljajućih ploča, a sa spoljašne strane, lonac je snabdeven sa metalnim dodirnim jastučićima 32, koji su obično zavereni u zidove lonca, kako bi bili sa njima električno izjedna. Za ove spojne jastučice utvrđuju se stegama dovodni sprovodnici od bakra, aluminijuma ili kojeg drugog podesnog metala. Ovi dovodni sprovodnici mogu biti u obliku dugačkih pljosnatih ploča 33, koje obuhvataju donji deo lonca, i čiji su krajevi izvedeni sa strane tako, da se mogu spojiti sa terminalom kakvog podesnog izvora električne struje, (koji nije ovde izložen). Za vreme rafiniranja ovi su dovodni sprovodnici spojeni za pozitivni terminal električnog izvora, tako da struja ulazi u lonac kroz njegovo dancetu. Prema tome, ugljenična prevlaka 29 na dancetu obrazuje, ono što se može nazvati donja elektroda u loncu.

Gornja elektroda može biti višestruka, i može se sastojati od izvesnog broja kratkih i debelih štapova ili cilindera 34, od grafita, koji su poredjani vertikalno i snabdeveni su sa metalnim, bakarnim, štapovima 35, ušrafljenim u gornji deo elektrode. Ovi metalni štapovi služe u isto vreme i za održavanje i utvrđivanje elektroda i da sprovode struju, i za taj cilj mogu se podešavati i udešavati pomoću stega 36, kojima se oni u isto vreme i utvrđuju za metalne sprovodnike 37, koji se horizontalno protežu kroz lonac. Da bi se lakše došlo do elektroda, radi podešavanja, opravke ili zamene, dovodni sprovodnici poredjani su u dva ili više redova, kao što je to i izloženo, i mogu se održavati na više nosača 38, koji obrazuju čvrst ram. Ovaj ram

može se oslanjati na gornji deo lonca, u kojem slučaju najbolje da se one izoluju od lonca, na neki podesan način, koji ovde nije izložen.

Ima se razumeti, da strogo govoreći, aluminijumski sloj, koji pliva po rastopljenom elektrolitu i sloj rastopljene legure, po kojoj pliva elektrolit, imaju se smatrati kao gornja i donja elektroda u loncu, ali se ti slojevi ovde nazivaju katodom i anodom, pa se stoga mislilo da je dovoljno da se grafitni cilindri i ugljenična prevlaka na dancetu označe kao gornja i donja elektroda.

Metal ili drugi istopljeni materijal može se izvlačiti iz gornjeg dela lonca kroz otvor 39, koji se može zatvoriti ma kakvim podesnim refraktornim materijalom, koji neće škoditi sadržini lonca, sa kojom bi došao u dodir. Istopljeni metal ili koji drugi materijal, može se istakati iz donjeg dela lonca kroz otvor 40, koji se obično zatvara čepom od gustog jedrog drvenog čumura, ili kojeg bilo drugog podesnog materijala.

Sa unutrašnje strane lonca nalazi se bočna obloga 45, koja se proteže na gore počevši od ugljenične prevlake 29, pa preko spojeva između gornjeg i donjeg dela lonca sve do, pa čak i preko ivice gornjeg i donjeg dela lonca. Ova bočna obloga mora biti i termalno i električno izolujuća radi smanjivanja sprovođenja toplote do u vodene rukavice a i zato, da spreči obilazno sprovođenje električne struje pored sadržine lonca, koja je izložena rafiniranju. Ova obloga mora biti i hemijski ispravna, tako da ne škodi sastojcima u loncu, i mora biti dovoljno refraktorna da može ostati u čvrstom stanju na temperaturama, kojima je izložena na elektrolitičnom rafiniranju.

Pri rafiniranju, aluminijumska legura ili mešavina aluminijuma i drugih sastojaka leži u rastopljenom stanju na dnu lonca kao što je to izloženo u 46. Preko ovog sloja pliva drugi sloj od rastopljenog elektrolita 47, a po ovom pliva sloj rastopljenog aluminijuma 48, sa gornjim elektrodama koje se protežu dovoljno u njega da bi se dobio dobar električni spoj, recimo, za jedno dva cola (od 25-50 mm.) Rastopljeni sloj legure u loncu može se proizvesti na ma koji podesan način, na primer, usipajući prethodno rastopljene legure, elektrolita i aluminijuma, uzimajući što je moguće čistiji aluminijum za prvobitnu operaciju. Dovodni sprovodnici 33 spojeni su za pozitivni terminal električnog izvora jednosmislene električne struje, a odvodni sprovodnici 37 spojeni su za negativni terminal istog izvora. Podesno postrojenje za regulisanje voltaže i struje u loncu može se postaviti, ali to ovde nije izloženo.

Izgleda da je dejstvo električne struje upravljeno na to da se oslobodi anion fluora.

ili kiseonika, ili obojice, na samoj dodirnoj površini anodne legure. Dejstvo oslobodjenja ovih aniona jeste da se rastvori iz anodne legure, aluminium i ma koja druga nečistoća, koja se tu zadesi i koja je elektropozitivnija nego aluminijum, ne rastvarajući one nečistoće, koje su manje elektropozitivne od aluminijuma. Ovi poslednji i ako budu spojeni sa anionima, biće precipitirani pri dodiru sa obližnjim atomima aluminijuma, usled sekundarnih reakcija izmedju fluorida i oksida sa ovim manje elektropozitivnim metalima, sa rezultatom da samo aluminijum i one nečistoće, koje su elektropozitivnija od aluminijuma ulaze u rastvor u elektrolitu. U gore opisanoj anodnoj leguri nema ni jednog sastojka, koji bi bio elektropozitivniji od aluminijuma i prema tome skoro jedino aluminium ide u rastvor u elektrolit, za sve vreme, dok je sadržina aluminijuma u leguri dosta znatna, i dok napred pomenute sekundarne reakcije mogu da se slobodno izvode

U elektrolitu, koji sadrži natrijuma i barijum fluorida zajedno sa aluminijumom depozuje se na katodi i nešto barijuma i nešto natrijuma, i količina na kojoj će se oni slagati na katodi, zavisi, bar u glavnom, od gustine električne struje a i od kvantitativnog sastava elektrolita. Nadjeno je, da i barijum i natrijum reaguje na radnim temperaturama, sa aluminijumovim fluoridom proizvodeći metalni aluminijum i barijum ili natrijum fluorid, prema slučaju. Prema tome, sve dotle, dok se u elektrolitu nalaze dovoljna proporcija aluminijum fluorida i elektrolit može slobodno da kvasi površinu katode ne nalazi se ni malo barijuma u rafiniranom metalu. Ali na radnim temperaturama, natrijum, koji je nerastvoran u aluminijumu, izlazi u obliku pare i pre nego što se može rastvoriti ponova u elektrolit, nešto malo se izgubi kroz rastopljeni katodni metal. Prema tome, nešto malo natrijuma se može naći u katodnom metalu, ali veći deo se izgubi kroz toplotno izolujuću koru na metalu. Pa ipak, ova izgubljena količina natrijuma, a i procenat natrijuma u aluminijumu, obično su vrlo neznatni, samo ako se elektrolit održava u dovoljno tečnom stanju i sa dovoljnom proporcijom aluminijum fluorida.

Smatra se kao naročito preimućstvo, da se elektrolizna struja uvodi i izvodi iz lonca na takav način da se stvori vrlo jako magnetno polje u loncu. U ilustrovanom aparatu vidi se da tok struje kroz poprečne horizontalne odvodne sprovodnike 37 i vertikalne elektrode 34, donje opasujuće horizontalne elektrode 33 i horizontalne razvodne i sabirne ploče 31, proizvodi u loncu vrlo jako i nejednako magnetno polje, koje ima i vertikalnih i horizontalnih komponenti. Usled relativno vrlo velikog otpora elektrolita, u pogledu na anodni ili

katodni metal, gustina struje kroz ma koji horizontalni preseka kroz elektrolit jeste podjednako raspoređena, pa prema tome podjednaka je i na dodirnim gornjim i donjim površinama. Isto tako i gustina struje na površini dodira izmedju anodne legure i ugljenične prevlake na dancetu u loncu (jer je prvi mnogo bolji spovodnik elektriciteta nego ovaj drugi) potpuno je ravnomerna i podjednaka, ma da razvodne ploče u ugljeničnoj prevlaci teže da koncentrišu struju. Ali u anodnoj leguri tok struje može imati horizontalne i vertikalne komponente, i to najviše usled koncentracionog dejstva pomenutih ploča u ugljeničnoj oblozi, a verovatno, i usled izdubljenosti same ove obloge, usled čega može struja da optiče i izmedju anodne legure i bočnih zidova suda. Ove horizontalne komponente struje u leguri, obično su raspoređene radialno. Medjusobnim dejstvom struje, koja teče kroz anodnu leguru, i nejednakog magnetnog polja, proizvedenog, kao što je gore opisano, čini se da legura (koja usled rastopljenog stanja smatra se sastavljenom od pokretljivih sprovodnika) otpočinje da teče u različitim pravcima, dobijajući na taj način snažno mešanje i optičaj legure. Ovako proizvedeno mešanje i cirkulacija, mi verujemo igra vrlo važnu ulogu u obavljanju aktivne površine anodne legure aluminijum, gde se zamenjivanje aluminijuma vrši dovoljno brzo, da bi se zadovoljili svi anioni oslobodjeni na toj površini, čime se omogućava uspešnije izvlačenje aluminijuma iz anodne legure, i upotreba veće gustine struje bez bojazni da će se nečistoća slagati na katodu u količinama, koje bi mogle naškoditi čistoći rafiniranog metala. Čak šta više, medjusobno dejstvo struje i nejednakog magnetnog polja proizvodi slično mešanje i u katodnom metalu i elektrolitu, što je vrlo korisno za održavanje jednakosti i jednine mešavine i jedinjenja i temperature a naročito je korisno u pogledu sprečavanja da se dodirna površina izmedju elektrolita i katode ostavi siromašna u aluminijumu. Opisano mešanje osigurava prislan dodir izmedju elektrolita i katode i anode po celoj aktivnoj površini, čime se omogućava sekundarna reakcija kojom se elementi, (drugi a ne aluminijum) slažu na katodu i odande se ponova rastvaraju u elektrolit, i reakcije kojima se već rastopljene nečistoće ponova precipitiraju na anodu.

Za vreme rafiniranja, aluminium se rastvara iz anode i slaže se u rastopljenom stanju na katodu, i kada se željena količina aluminijuma izvuče iz anode, izvesan deo gornjeg rastopljenog metala odlje se, a osiromašena anodna legura izvadi iz lonca kroz za to spremljeni otvor, pa se zatim doda sveže legure u rastopljenom stanju. Ovo se dodavanje vrši na ma koji podesen način, ali tako da se rafi-

nirani metal koji pliva po površini elektrolita, ne ošteti. To se najbolje može postići pomoću jednog ugljeničkog levka, koji se uvuče u rastoplenu sadržinu lonca, pošto je prehodno bio zagrejan, sve dok ne dostigne skoro na dno suda. Za ovo vreme ceo je aparat isključen iz električne mreže. Sav rafinirani metal, koji se je zatekao u ugljeničnom levku, može se odvaditi ručnom kašikom, posle čega se usipa nova legura. Kada se ovo završi, levak se izvadi napolje. Količina sveže legure, usute na ovaj način, obično je dovoljna da se popne sadržina u loncu do iste visine do koje je i bio pre odlivanja.

Odlivanje i obnavljanje sadržine u loncu može se vršiti s vremena na vreme prema potrebi ili po želji, bez ozbiljnog zastoja u poslu, koji bi i onako mogao ići neprekidno.

Bez obzira na veću gustinu elektrolita, izvesan deo se uvek povuče kapilarnim dejstvom kroz dodirnu površinu između tečnog aluminijuma i čvrste obloge na zidovima lonca, izlazeći do na površinu aluminijumskog sloja, gde se rasprostire u obliku tankog filma. Težina ovog filma nije dovoljna da bi mogao vratiti natrag u elektrolit na suprot površinske tenzije aluminijumskog sloja. Prema tome, ovaj se elektrolitni materijal rasprostire preko cele površine aluminijumskog sloja, i gubitkom svoje toplote, očvrstne, obrazujući izvesnu čvrstu prevlaku po površini aluminijumskog sloja kao što je to i izloženo u 58 na figuri 9. Ovaj proces napreduje sve dok obrazovana kora ne zadeblja dotle, da (sprečavajući gubitak toplote) temperatura donjih slojeva kore izjednačava sa temperaturom topljenja elektrolita. Kada se postigne ova debljina, novo dovedene količine elektrolitnog materijala prikupljaju se po donjoj površini kore, sve dotle, dok se ne dobije dovoljna količina, koja će moći probiti svoj put natrag u elektrolit. Izlazi, prema ovome, da ako se elektrolit održava u nezasićenom stanju, u pogledu rastvora aluminijum oksida, da će se kora obrazovati samo do jedne određene debljine, kada će dalje rasteње prestati. Ako bi se dodavanjem aluminijum oksida povisila tačka topljenja odnosno tačka stvrdnjavanja elektrolitnog materijala, onda bi se i dalje količine elektrolitnog materijala odnosile iz glavne mase kapilarnim dejstvom, i slagale bi se na donjoj strani čvrste prevlake, povećavajući joj debljinu. Ovakvo dejstvo, kada se ne bi sprečilo, dovelo bi dotle da se znatna količina elektrolitnog materijala odvoji od mase i odnese i pričvrsti za čvrstu koru. U isto vreme i obloga na zidovima zadebljava na isti način, te bi se na kraju imala potpuna solidifikacija celokupne sadržine u loncu, sem ako se ne bi temperatura podigla za odgovarajuću vrednost. Zbog ovog razloga, potrebno je da se elek-

trolit održava nezasićen aluminijum oksidom, za vreme normalnog rada rafiniranja.

Prevlaka od elektrolitnog materijala, načinjena na opisani način, služila bi kao vrlo zgodan i dobar toplotno izolujući materijal, kojim se može smanjiti gubitak toplote kroz gornjište lonca, ali ona u isto vreme i zaustavlja natrijum, kao što je to već napomenuto, sa odgovarajućim povećanjem aluminijum oksida u elektrolitnoj masi. Količina natrijuma, koja na taj način izadje iz elektrolitne mase, može se smanjiti upotrebljavajući u njemu najveću dozvoljenu proporciju aluminijum fluorida.

U mesto što bi se gore opisana prevlaka načinila na izloženi način može se načiniti i posipajući površinu aluminijumskog sloja sa praškom sitno usitnjenog aluminijum oksida, magnezijum oksida ili kojeg drugog podesnog materijala. Ova prevlaka od sitnog materijala vrlo se brzo slepi ujedno, i to pomoću tečnog elektrolitnog materijala donetog na opisani način. Toplotno izolujuće dejstvo ove prevlake može se povećati i posipanjem već obrazovane kore sa podesnim isitnjenim materijalom, tako, da je ona pokrivena sa tankim slojem takvog materijala, koji postaje odličan izolator za toplotu svojom poroznošću. Pošto je ovaj materijal dodat prevlaci pošto je već očvrstnula, ne može se slepiti ujedno, pa prema tome ostaje u poroznom stanju. Uopšte uzevši, najbolji materijal ove vrste jeste elektrolitni materijal, koji se ostavi da se hladi, pošto u slučaju izvesan deo takvog materijala ili kore dospe natrag u elektrolit, neće mu ništa naštetiti.

Mnogo je načina na koje se može elektrolitna masa održavati nezasićena aluminijum oksidom, kao na primer, gornji sloj (rafinirani aluminijum) može se odvaditi kašikom, pa se jedan deo zasićenog ili skoro zasićenog elektrolita odlije, pa se zatim tečen čvrst elektrolitni materijal, koji ne sadrži aluminijum oksida, ili je bio deoksidisan, uspe u onoj količini, koja je potrebna da popuni mesto upražnjeno odlivanjem starog materijala. Dobijena mešavina biće daleko ispod tačke zasićenosti. Ili se jedan deo prevlake može razbiti i odneti, pa le obnoviti na račun zasićene mase elektrolitove, u kojem će slučaju suvišak aluminijum oksida da se kristališe u obliku korunduma. Sada se može dodati deoksidisanog elektrolitnog materijala, iti onog, koji ne sadrži aluminijum oksida, u količini dovoljno da zameni utrošeni materijal. Zasićeni elektrolitni materijal odvađen na prvo opisani način može se deoksidisati i ponova upotrebiti. Deoksidisanje vrši se usitnjavanjem i elektrolizom.

Drugi jedan način da se spreči zasićenje elektrolita sa aluminijum oksidom jeste da se elektrolitni sastojak aluminijum oksida stalno deoksidise, ili bar s vremena na vreme, i to u samom loncu za rafiniranje, na primer,

volti, dok je, naravno, gornja granica neograničena.

Sloj aluminijuma koji pliva po rastopljenoj elektrolitnoj masi treba da je dovoljnih razmera da može dodirnuti bočnu oblogu u loncu, i to buž celokupnog svog oboda, i treba da bude dovoljno debeo da može održavati čvrst spoj sa pomenutom korom kako bi se sprečilo isparavanje elektrolitovih sastojaka, koje se dešava u većoj ili manjoj meri na radnim temperaturama, i koje se povećava zajedno sa temperaturom. Usled površinske tenzije rastopljenog aluminijuma, gornji, sloj mora biti dovoljno dubok pa se prema tome i želi da sloj aluminijuma ne bude manji od 2 cola uvek i u svako doba, (bar 50 mm.)

Sve dok sadržaj aluminijuma u anodnoj leguri ne spadne ispod 10%, po težini, nema nikakvih teškoća da se dobije rafinirani metal na katodi, koji bi bio dovoljno čist za komercijalnu upotrebu. S druge ruke, ako bi se anodna legura osiromašila i suviše, onda se selektivno dejstvo elektrolita u pogledu na aluminijum sve više kviri, tako, da se nečistoće iz anodne legure sve više rastvaraju u elektrolitnu, i sve se više tih nečistoća slaže na katodu. Ali ako se osiromašena legura zamenjuje s vremena na vreme, onda se aluminijum može dobiti u vrlo čistom obliku. Legura, iz koje je izvučen aluminijum može se upotrebiti na kakav koristan način, ali da bi se bakar iz legure ponovo mogao upotrebiti, potrebno je da se tako osiromašena legura pošalje u fabriku gde se preradjuje bakar, i gde se veća količina gvoždja, titanijuma i silicijuma može ukloniti na uobičajene i poznate načine, recimo, oksidacijom i uklanjanjem šljake. Ili u slučaju da su nečistoće neznatne po sadržini, legura se može razblažiti sa nečistim aluminijumom, na primer, koji je dobijem Hall-ovim procesom, pa se onda opet može vratiti u lonac za rafiniranje. Ako se može lako dobiti izvesna količina istopljenog nečistog aluminijuma, osiromašena anodna legura se može izručiti u sud sa rastopljenim aluminijumom, pa se cela smeša dobro promeša i ponovo vrati u lonac za rafiniranje, tako da se postupak rafiniranja može produžiti upotrebljavajući isti bakar.

Ima se razumeti da se ovaj pronalazak ni u kom slučaju ne ograničava samo na postupak i aparate ovde opisane, već se može izvoditi i na druge načine, pa ipak da se ne odstupa od njegove suštine.

Patentni zahtevi.

Postupak za rafinisanje aluminijuma naznačen time, što se sastoji od elektroliziranja izvesnog rastopljenog elektrolita sa rastopljenom aluminijumskom legurom, kao anodom, koja je udešena tako, da se održi u tečnom stanju i na temperaturi, koja prouzrokuje fizi-

zičku promenu elektrolita, i što se na rastopljenju aluminijumsku katodu, slaže aluminijum dobijen elektrolizom kroz elektrolit sa anode.

2. Postupak za rafiniranje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se sadržaj elektrolita i anodne legure udešava tako, da se održava zajednička niska temperatura pokretljivosti i što se održava odredjeni odnos između njihovih gustina.

3. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što anodna legura sadrži aluminijuma materijalno u suvišku nad količinom, koja je potrebna da održi li guru u tečnom stanju na temperaturi koja bi se mogla u radu dostići a na kojoj bi se zadržale fizičke promene u elektrolitu, koje se ne mogu dopustiti.

4. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se rastopljena aluminijumska legura na anodi učini da sadrži silicijuma, koji je proporcionisan taoks, da može da održi pomenutu leguru u tečnom stanju na temperaturi koja bi pod drugim uslovima, učinila stvarne fizičke promene u elektrolitu, i to bez obzira na smanjeni sadržaj aluminijuma u leguri.

5. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se sastoji od elektrolitičnog izdvajanja aluminijuma iz rastopljene aluminijumske legure, koja je sastavljena tako, da može ostati tečna na radnoj temperaturi i što se aluminijum slaže na rastopljenoj katodi kroz rastopljeni elektrolin koji je sposoban da selektivno dejstvuje u pogledu rastvaranja aluminijuma i legure, i što se ova legura izvlači i popunjava čim postane siromašna u aluminijumu, i što se sastav legure održava tako, da održi svoj selektivitet u pogledu na aluminijum.

6. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1 ili 5 naznačen time, što se održava izvesna legura sa sadržajem bakra i silicijuma, sa ravnomernom gustinom struje, u stalnom kretanju zajedno sa kretanjem elektrolita u pogledu površina na katodi i anodi, i što je udešen elektrolit tako, da se sekundarne reakcije javljaju na pomenutim površinama, u celji da se obore na anodu sve nečistoće rastvorene iz nje, i da se spreči permanentno slaganje nečistoće na katodni metal, i to nečistoće koja je elektropozitivnija nego aluminijum.

7. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se održava elektrolit izvesnog sastava, i legura u anodi sa izvesnom gustinom struje u takvom stanju da su sposobni da smanje i minimiziraju uklanjanje elektronegativnijih metala nego što je aluminijum, i što se proizvodi obaranje na anodnu leguru tih elektro-negativnijih metala.

8. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se sastoji

elektrolizirajući kupatilo po Hall-ovom postupku za proizvodjenje aluminijuma iz aluminijum oksida. Ovo se može izvoditi stavljajući jednu ugljeničnu elektrodu i dodir sa elektrolitom i spajajući je sa pozitivnim terminalom lonca, praveći na taj način, ovu ugljeničnu elektrodu anodom. Struja koja polazi sa ove elektrode služe za elektroliziranje aluminijum oksida, kao što je to već poznato, slagajući aluminijum na katodi lonca ili na anodu, ili na oboje, što će zavisi od upotrebene voltaže. Kiseonik se oslobadja na ugljeničnoj elektrodi i obrazuje CO_2 sa jednim delom ugljenika iz elektrode. Najzgodniji način da se upotrebi ovakva elektroda izložen je u figuri 1 i 8 u priloženim crtežima. U ovim figurama 50 predstavlja ugljenični kolut u koji je zašrafljen jedan ugljenični stubić 51, na čijem se gornjem kraju nalazi gvozdeni i vodom hladjeni terminal 52. Ovaj je terminal ušrafljen u dno vodovodne cevi 53, koja služi i da održava terminal i da dovodi elektrolizujuću struju i vodu za rashladjivanje. Na gornjem delu cevi nameštena je zatvorena komora 54, kroz koju prolazi dovodna cev za vodu 55 i ulazi u cev 53. Voda, koja se uvodi na ovaj način i koja dolazi u dodir sa terminalom 52 penje se duž cevi 55 i ističe kroz i iz komore 54 pomoću cevi 56. Cev 53 utvrđena je na izolovani nosač 57 na takav način da može da održava ugljenični kolut 50 potpuno potopljen u elektrolitnu masu duboko ispod aluminijumskog sloja 48. Oko ugljeničnog stuba 51, vodom hladjenog terminala 52, i donjeg dela cevi 53 nalazi se obvijena toplotno i električno izolujuća kora, koja se može sastojati od elektrolitnog materijala i korunduma, što je sve stopljena na mesto pre nego što se unese u lonac. Ova kora sprečava da gornji aluminijumski sloj dodje u dodir sa ugljeničnim kolutom ili električno spojenim drugim delovima, kako bi se na taj način izbegao kratak spoj između aluminijumskog sloja i elektrode. Ova deoksidujuća elektroda može se spojiti sa pozitivnim terminalom na ma koji podesan način, a najbolje da se taj spoj izvrši kroz automatski prekidač, koji ovde nije izložen, do kojeg, i sa kojeg se struja dovodi i odvodi kablovima 59 spojenim za cev 53. U praktici je nadjeno da je potpuno dovoljno da se elektrolitna masa deoksiduje samo povremeno, a razmak se određuje iskustvom, koje pokazuje koliko vremena treba kiseoniku da nadje svoj put u elektrolitnu masu.

Efikasno iskorišćavanje aparata u pogledu utroška energije za rafiniranje aluminijuma zavisi, u mnogome, od mera preduzetih da se spreči gubitak toplote. Teoretično, nije potrebna nikakva energija da se rafiniranje vrši, ali se je našlo u praktici da u osustvu drugih podesnih izvora toplote, dovoljno se električne energije mora utrošiti u savladjivanju

otpora elektrolitovog da bi se anoda, elektrolit i katodni metal održavali u rastopljenom stanju, pa prema tome, električna energija, koja se unosi mora biti približan ekvivalent toplote izgubljene iz lonca. Pošto se toplotno izolovanje lonca izvede do savršenstva, ništa se dalje ne može uraditi za sprečavanje gubitaka u toploti, jer gubitak toplote iz jednog tela određenih dimenzija kad se zagreje ne može se sprečiti usled zračenja, pa prema tome, sa minimalnim gubitkom toplote i utrošena energija u loncu biće minimalna. U interesu štednje u energiji, aparati moraju biti udešeni da rade sa najnižom mogućom voltažom. Prema tome, elektrolit, koji predstavlja najveći deo električne otpornosti, treba da bude u što je moguće tanjem sloju, i nadjeno je da je obično dovoljno da debljina bude između $2\frac{1}{2}$ i 4 cola od 60—100 mm. Sa utvrđenom dubinom sloja elektrolitne mase, gustina struje, koja se može dopustiti variraće između najdonje granice, koja je dovoljna da održi anodu, elektrolit i katodu u tečnom stanju, i gornje granice na kojoj biva suviše isparavanje elektrolitne mase, ili na kojoj i suviše anodinih nečistoća ulazi u rastvor u elektrolit. Ove granice, sa raznim sastavima elektrolita, koji su nadjeni za dobre, idu približno od 800°C . do 1100°C ., sa srednjom radnom temperaturom od 950°C . Dozvoljene granice gustine struje takodje zavise i variraju obrnuto proporcionalno sa razmerama aparata, pošto je jedinični gubitak toplote iz jednog suda datih razmera uvek manji za lonac većih dimenzija, no za lonac manjih dimenzija i to usled manjeg odnosa između zapremine i površine za rasturanje toplote.

U jednom loncu koji ima površinu poprečnog preseka kroz elektrolitnu masu $9,6$ kvadratnih stopa ($0,90 \text{ m}^2$) nadjeno je, da je najpogodnija gustina struje, odprilike, oko 8500 ampera, ali se postupak može izvoditi i od 7500 do 12.000 ampera. Prema tome, najpodesnija gustina struje za aparat gornjih dimenzija leži oko 885 ampera na kvadratnu stopu (9530 ampera m^2), sa dozvoljenim minimumom od približno, 780 ampera na kvadratnu stopu, 8395 ampera na m^2) i sa dozvoljenim maksimumom od 1250 ampera na kvadratnu stopu (13455 ampera m^2), sa gornjom srednjom gustinom struje, celokupan pad potencijala u aparatu jeste približno 6 voltii. Veći lonci se mogu iskorišćavati i sa nižim gustinama struje i nižom voltažom, i varirajući veličinu lonca, sastav elektrolita, sprovodljivost elektrolita, i efektivnost toplotne izolacije, ovaj se elektrolitični postupak za rafiniranje može obavljati i sa gustinama struje između 500 i 2500 ampera na kvadratnu stopu 5380 i 21509 ampera na m^2) poprečnoga preseka po ravni elektrolita. Uopšte najniža dozvoljena granica u voltaži jeste $3,5$

u ostvarenju rastopljenog kupatila od fluorida, u kakvom podesnom sudu za rafiniranje, koji elektrolit sadrži aluminijum fluorida, i koji je udešen tako da se nalazi u tečnom stanju i na temperaturi ispod sivarnog isparavanja aluminijum-fluorida, i od rastopljene anode od aluminijumske legure koja će se rafinisati, koja je udešena da ostane u tečnom stanju između granica radnih temperatura i sadržine aluminijuma, budući da niža granica leži ispod temperature na kojoj se vrši isparavanje elektrolita, i od rastopljene aluminijumske katode; i što se provodi elektrolitička struja sa anode kroz elektrolit u dovoljnoj količini da može da održi anodu, katodu i elektrolit u tečnom i pokretljivom stanju i da može da prenese aluminijum sa anode na katodu.

9. Anodna legura od aluminijuma za upotrebu pri postupku prema zahtevu 1, naznačena time, što sadrži dovoljno silicijuma da može se održati u tečnom stanju, u koliko se njena sadržina aluminijuma smanjuje rafiniranjem.

10. Anodne legura od aluminijuma za upotrebu pri postupku prema zahtevu 1, naznačena time, što sadrži aluminijuma, bakra i silicijuma u proporcijama, koje će održati leguru u dovoljno tečnom stanju i ispod temperature od 1050°C , i ako su bitne količine aluminijuma izvadjene iz legure.

11. Aluminijumska anodna legura za upotrebu pri izvođenju postupka prema zahtevu 1, naznačena time, što sadrži bakra i silicijuma u količinama, da može održati leguru gušćom od 2,7 grama po kubnom santimetru na temperaturi od približno 1000°C .

12. Aluminijumska legura na anodi, za upotrebu pri izvođenju postupka prema zahtevu 1, naznačena time, što sadrži bakra ne manje od približno 20%, silicijuma između 2 i 32 od sto silicijum bakar legure.

13. Aluminijumska anodna legura prema zahtevu 9, 10, 11 i 12, naznačena time, što sadrži manje od 5 od sto gvozdja i titanijuma.

14. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se sastoji od elektrolitičnog vadjanja aluminijuma iz rastopljene anodne legure, čiji je sastav

izložen u zahtevima od 10 do 13, i što se aluminijum slaže na rastopljenu katodu.

15. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 14, naznačen time, što se aluminijum izvlači iz anode kroz podesan elektrolit, a pomoću struje, čija je gustina približno 500 do 1250 ampera na kvadratnu stopu (5380 do 13455 ampera na m^2) prosečnog preseka kroz elektrolit.

16. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu od 8 ili 14, naznačen time što se u kakvom podesnom loncu gravitaciono poredjaju slojevi rastopljenog elektrolita od fluorida, koji je udešen tako da ima gustinu veću nego rastopljeni aluminijum, i slojevi rastopljene anode od aluminijumske legure, čija je gustina udešena da bude veća no gustina rastopljenog elektrolita i sloj rastopljene katode od metalnog aluminijuma.

17. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se masa elektrolita sastoji od mešavine aluminijum i natrijum fluorida, i fluorida jednog ili više zemnoalkalnih metala.

18. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se preko katode od rastopljenog aluminijuma obrazuje sloj od toplotno izolujućeg materijala, koji se stvrdne u koru, i koji se sastoji od, ili bar delimično, od elektrolitnog materijala, koji se postepeno odvaja od ostale mase elektrolita i rasprostire se preko sloja aluminijumske katode, gde se i stvrdne.

19. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se saдрžaj aluminijum oksida u elektrolitu održava stalno ispod tačke zasićenosti rastvora.

20. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se elektrolit s vremena na vreme deoksidiše radi smanjivanja sadržine aluminijum oksida u rastvoru, čime se sprečava prekomerno podizanje tačke topljenja cele mase elektrolita.

21. Postupak za rafinisanje aluminijuma prema zahtevu 1, naznačen time, što se sloj aluminijumske katode održava u dovoljnoj širini da može da spreči prekomerno isparavanje elektrolita.



