

Invenția se referă la galvanotehnică, ca procedeu de dirijare a reacțiilor electrochimice și sursă energetică pentru alimentarea băilor electrolitice, sau alt utilaj electrochimic, cu solicitări electrice reduse ($I < 30$ A).

Înșușirile depunerilor galvanice depind de funcționarea sistemului „sursa de curent-electrolizor”.

Sunt cunoscute surse de curent /1/, des utilizate pentru alimentarea instalațiilor galvanice și electrochimice, alcătuite din redresoare monofazate, poliți cărora sunt conectați direct la electrozii băii, iar reglarea parametrilor de proces se efectuează prin tristori, tranzistori, inductanțe etc. De menționat, că sursele clasice sunt proiectate din considerentele satisfacerii parametrilor energetici, fără a se ține cont de influența elementelor schemei electrice asupra procesului electrochimic.

Dezavantajul surselor clasice:

- nu permit majorarea productivității proceselor electrochimice;
- necesită intervenții suplimentare pentru obținerea acoperirilor uniforme, cu rugozități reduse și însușiri fizico-mecanice ameliorate;
- nu permit majorarea randamentului de curent.

Sunt cunoscute procedee /2/ pentru obținerea depozitelor galvanice pe electrozi.

Dezavantajul: pentru obținerea acoperirilor cu parametri determinați, ce necesită intervenții asupra compoziției și temperaturii electrolitului, densității și formei curentului, indicelui pH etc.

În calitate de cea mai apropiată soluție a invenției servește dispozitivul, format dintr-un redresor trifazat standard, produs de industria de resort (de ex. tip VAKR), un contur inductiv-capacitiv și o baie galvanică /3/. În acest caz conturul inductiv-capacitiv este executat din, cel puțin, două drosle electromagnetice separate; blocul de condensori se execută din, cel puțin, două celule electrolitice, conectate paralel, la care fiecare celulă electrolitică constă din condensori polari electrolitici, de capacitate identică, conectați paralel-inversat, numărul cărora, într-o singură ramificare, fiind egal cu n (în dependență de condițiile electrolizei); celulă întreagă totdeauna conținând un număr par de condensori – $2n$. Conform schemei, reglarea intensității (densității de curent) se efectuează cu ajutorul redresorului standard, prin modul fazo-temporar de dirijare a tristorilor, ceea ce duce la apariția în circuit a armonicilor de ordin superior, cu amplitude considerabile – efect, cu consecințe negative pentru procesele electrochimice. În asemenea condiții, când însuși redresorul prezintă în sine o sursă de frecvențe, este cu mult mai dificil de reglat conturul inductiv-capacitiv și, în genere, de menținut procesul electrochimic.

Sarcina tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în elaborarea unei surse de alimentare, cu posibilități de intensificare a proceselor electrochimice și obținere a depozitelor galvanice cu parametri fizico-chimici ameliorați.

Esența invenției prezentate constă în aceea că se propune o sursă monofazată de curent, deosebită de sursele monofazate clasice sau dispozitivul trifazat de mai sus, și constă dintr-un transformator monofazat secționat, un comutator, o punte de redresare, un pol al cărei este conectat direct la clema pozitivă, iar al doilea pol (polul negativ) al puntei de redresare se conectează la clema negativă a sursei, prin intermediul blocului inductiv-capacitiv și a rezistorului variabil. În afară de aceasta, blocul inductiv este executat din bobine separate pe un miez magnetic unic, iar paleta blocului capacitiv constă din n condensatori electrolitici, conectați paralel – modificări, ce permit de dirijat cu procesele electrochimice prin manipularea discretă a parametrilor curentului electric. Atât executarea secționată a blocului inductiv, cât și modul de conectare al condensatorilor (numărul fiind de două ori mai puțini), reies din considerentele formei și intensității reduse a curentului solicitat. Pentru selectarea diapazonului de curent este aplicat modul de reglare în trepte (prin comutarea diferitelor secții), reglarea fină a densității de curent – efectuându-se prin intermediul rezistorului variabil.

Noutatea invenției constă în abaterea de la schema electrică principală, specifică surselor de curent clasice, inclusiv și dispozitivul trifazat, menționat mai sus, prin faptul, că aceasta a fost proiectată din considerentele unei intensități reduse a curentului solicitat, dar calificat prin pulsații majorate, specifice curentului monofazat redresat, și prin modul de reglare și optimizare a parametrilor sursei propuse – contribuții, aduse procedurii propuse de dirijare a proceselor electrochimice.

Rezultatul tehnic al invenției sursă constă în majorarea productivității proceselor electrochimice (randamentului și densității de curent), însușirilor depunerilor pe contul modificarea schemei electrice principale și este obținut prin:

- conectarea dispozitivului inductiv-capacitiv și a rezistorului variabil;
- modul de reglare a intensității curentului;
- modul de reglare a conturului (selectarea inductivității și capacității).

Modul de influență a sursei de curent descrise asupra cineticii reacțiilor electrochimice s-a cercetat și realizat pe baza unui procedeu de depunere galvanică.

Procedeu, conform invenției, constă în înlăturarea dezavantajelor menționate mai sus prin aceea, că se utilizează o sursă monofazată de curent pentru procese electrochimice, cu schema electrică principală modificată.

Rezultatul tehnic al invenției procedeu constă în aceea, că intensificarea proceselor electrochimice și îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice ale depozitelor pot fi realizate nu numai pe baza modificării factorilor caracteristici proceselor convenționale, dar și printr-o simplă și discretă manipulare a unor așa parametri ale curentului electric, cum sunt: forma lui, frecvența și amplituda componentelor variabile, distribuirea lor armonică – fapt, ce contribuie dirijării dinamice și sincronizării proceselor electrochimice. Astfel, optimizarea factorilor de proces este manifestată prin varierea mărimilor inductanței și capacității sursei de curent propuse.

Invenția propusă nu exclude aplicarea procedurilor, susmenționate, pentru obținerea depunerilor galvanice cu proprietăți determinate.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care prezintă:

- fig. 1 – schema electrică principală a sursei monofazate de curent;

- fig. 2 – curbele de polarizare a electrodului.

Sursa de curent pentru procese electrochimice (în continuare sursă de curent) este alcătuită dintr-un transformator monofazat 1, un comutator 2, o punte de redresare 3, un rezistor variabil 10, un bloc inductiv-capacitiv 5, format dintr-un bloc inductiv 6 și un bloc capacitiv 7.

Modul de funcționare a sursei de curent se bazează pe principiul interacțiunii reciproce dintre câmpurile magnetic și electric și lucrează în așa mod (pentru cazul conectării la electrolizor): transformatorul monofazat 1, prin comutatorul 2 se conectează la puntea de redresare 3, care, cu respectarea polarității, se conectează direct la electrolizorul 4, cu anodul 8. Al doilea pol al punte-i de redresare 3 se conectează la un punct de contact X al blocului 5. Celălalt punct de contact Y, prin intermediul rezistorului variabil 10, se conectează, respectiv, cu al doilea electrod al electrolizorului – catodul 9. Curentul redresat, trecând prin bobina (bobinele) blocului inductiv 6, este influențat de acesta – efect, manifestat și apreciat prin nivelarea după amplitudă a componentelor lui variabile, condiționându-se generarea unui câmp magnetic dinamic. Datorită schemei și modului de conectare în contur a blocului capacitiv, format din paleta de condensatori electrolitici 7, se realizează un proces pulsator de încărcare-descărcare, obținându-se FEM variabilă. Astfel, curentul conturului 5, generat de componentele variabile ale frecvenței de bază și armonicile tensiunii de alimentare, pe de-o parte, și de componentele pulsatorii generate de procesul electrochimic – pe de altă parte, fac ca schimbul energetic reciproc dintre blocul inductiv 6 și blocul capacitiv 7 (exprimat prin interacțiunea câmpurilor magnetic și electric) să contribuie la o ordonare armonică a componentelor variabile haotice. Procesul de ordonare armonică a oscilațiilor, influențează asupra diferitor surse generatoare de oscilații din faza adiacentă interfețelor electrodice, proprii anodului și catodului electrolizorului 4, condiționând sincronizarea lor și contribuind la intensificarea procesului depunerii galvanice.

Rezultatul studiului este prezentat în fig. 2, unde sunt expuse datele experimentale despre polarizarea electrodului în cazul procesului depunerii cuprului din electrolit cu sulfat.

Cu mostre și în condiții de laborator s-a studiat corelarea dintre parametrii de decurgere a reacției electrochimice și parametrii de reglare a sursei de curent – s-au înregistrat curbe de polarizare, s-a cercetat productivitatea și însușirile depunerilor de cupru pentru diferite valori ale densității de curent.

Spre deosebire de toate sursele și procedeele propuse înainte, în cazul acesta se poate de influențat asupra proceselor electrochimice schimbând valorile L și C. Valorile acestor parametri (L, C) contribuie la schimbarea polarizării electrozilor în limite largi – influență majoră asupra însușirilor depunerilor galvanice. Această influență, stabilită pentru anumiți parametri de reglare (L, C), se manifestă prin fenomenul de depolarizare sau superpolarizare a catodului, înregistrându-se variații ale potențialului electrodului $E = -252$ mV și, respectiv $E = -368$ mV, pentru un curent de polarizare $I = 100$ mA (fig. 2, curbele 1 și 3). După cum se observă din fig. 2 (curba 1), depolarizarea catodică esențială permite majorarea densității de curent și, prin urmare, productivitatea procesului de depozitare a cuprului /4/.

Un moment important, de caracterizare a sursei propuse, este sensibilitatea esențială de reacționare pentru curenți extrem de mici – începând cu $(1.0-1.5) \cdot 10^{-2}$ A. Deci, fiind posibilă testarea directă a sursei propuse asupra cineticii reacției electrochimice.

Precizarea parametrilor conturului (L_x , C_x) se efectuează prin varierea lor, apreciind forma curentului din circuitul „sursă de alimentare – electrolizor”, iar reglarea fină se efectuează din considerentele unei analize spectrale ale componentelor variabile din circuit. Înregistrarea spectrelor s-a efectuat cu analizatorul SK4-56 pentru cazuri similare de proces, $I = 80$ mA, $i = 0.2$ kA/m², când prin aprecierea caracterului și mărimii spectrului se poate de exprimat criteriile de reglare a sursei de curent și, în special, finețea procesului electrochimic. Pentru regimul optimal de funcționare s-a stabilit lărgirea spectrului și majorarea amplitudei componentelor variabile, sincronizarea și distribuirea lor armonică.

Astfel, la selectarea parametrilor conturului, e important:

- pentru blocul inductiv – de a se ține cont de FEM de la bornele lui, astfel, încât pentru regimul optimal de exploatare, FEM se va aprecia, ca fiind nu mai mare de 1.0 V;

- pentru blocul capacitiv – numărul n de condensatori se va alege din considerentele obținerii unui maximal schimb energetic între acesta și blocul inductiv, cât și din aprecierea intensității procesului electrochimic.

E remarcabilă corelarea dintre aprecierea parametrilor procesului electrochimic (polarizarea, caracteristica de frecvență și amplitudă) și însușirile fizice ale cuprului depus. De menționat, că asemenea parametri de proces, favorizează obținerea unor depuneri de cupru calitative, cu efecte mai pronunțate asupra luciului sau a diminuării rugozității. În cazul când regimul de reglare diferă de cel optimal (pentru cazul FEM a blocului inductiv mai mare de 1.0 V) procesul este caracterizat prin parametri reduși ai vitezei de depozitare, structurii, morfologiei etc. Doar utilizând sursa propusă, pentru cazul unui electrolit liber de prezența oricăror adaosuri de luci sau agenții de nivelare, se pot obține depuneri electrolitice de cupru cu proprietăți superioare, la o productivitate a procesului majorată.

Astfel, se propune un procedeu nou de dirijare a proceselor electrochimice, realizat datorită schemei sursei propuse, manifestat prin schimbarea mărimilor inductivității și capacității, păstrând ceilalți parametri de proces constanți.