

Invenția se referă la procedeele de măsurare a potențialului de protecție, la dispozitivele pentru determinarea acestuia și menținerea automată a valorii potențialului în timpul protecției contra distrugerii prin coroziune în mediile conducătoare de curent.

Este cunoscut procedeul de măsurare a potențialului de polarizare [1] în timpul întreruperii periodice a curentului continuu de polarizare de la obiectul protejabil pe 15 s cu conectarea lui ulterioară pe 45 s, ceea ce se bazează pe acțiunea periodică asupra sistemului metal-electrolit a impulsurilor unipolare de curent. Procedeul prevede înregistrarea diferenței calitative a timpului de scădere a potențialului după întreruperea circuitului exterior pe porțiunile ohmică și de polarizare a curbelor exponențiale, totodată asupra exactității măsurării influențează subiectivitatea selectării momentului măsurării potențialului (punctului de referință), iar eroarea măsurării potențialului de polarizare constituie circa 10%, ceea ce influențează negativ asupra eficacității protecției metalului contra coroziunii.

Este cunoscut de asemenea procedeul de măsurare [2], care include acțiunea asupra construcției cu curent de impuls unipolar, durata pauzei fiind de la $1 \cdot 10^{-6}$ până la $1 \cdot 10^{-3}$ s și măsurarea potențialului de polarizare în timpul pauzelor de curent.

Folosirea în procedeul dat a măsurărilor curentului de impuls unipolar cu pauze dă posibilitate de a evalua calitativ valoarea potențialului de polarizare și nu permite de a măsura valoarea potențialului de protecție pentru sistemul metal-electrolit, în baza căreia se stabilește cea mai mică viteză a coroziunii.

Anterior potențialul de protecție era determinat în mod teoretic, potențialele de protecție stabilite în practică nu întotdeauna corespundeau cu cele calculate, de aceea într-un șir de cazuri coroziunea nu putea fi prevenită, ci, din contra, se intensifică. În legătură cu aceea că valorile reale ale potențialelor de protecție diferă de valorile teoretice din literatură se recomandă de a folosi decalajul de protecție admisibil al potențialului care se schimbă în intervalul de la 100 până la 300 mV (Люблинский Е.Я., Электрохимическая защита металлов от коррозии, М. 1987, с. 43, 54), ceea ce este legat de intensificarea procesului de coroziune, de disproporționalizarea reacțiilor pe electrozi, hidrogenarea metalului și de cheltuieli suplimentare nejustificate de energie electrică.

Cel mai apropiat prin esența tehnică și prin rezultatul obținut este procedeul, care include determinarea valorii potențialului de protecție și protecția electrochimică a metalelor de construcție contra coroziunii 3, în baza căruia sistemul metal-electrolit protejabil se polarizează cu curent periodic cu impuls retur, se efectuează întreruperea circuitului exterior în timpul trecerii curentului de impulsuri tur și retur, se măsoară valoarea potențialului de protecție și cu ajutorul sursei de curent continuu potențialul metalului se menține la nivelul potențialului de protecție.

Dezavantajele procedeeului dat de măsurare a potențialului de protecție constă în conectarea componentei potențialului de polarizare, care se creează pe baza efectului Faraday de redresare a curentului, și în dirijarea manuală a valorii potențialului metalului protejabil. În calitate de cea mai apropiată soluție a fost luat procedeul [3].

Problema procedeeului de măsurare solicitat constă în sporirea exactității determinării valorii potențialului de protecție a metalului și în excluderea subiectivității la selectarea punctului de referință.

Procedeul, conform invenției, înlătură dezavantajele sus-menționate prin aceea că la măsurarea valorii potențialului de protecție sistemul metal-electrolit protejabil se polarizează cu curent periodic cu impuls retur, se efectuează întreruperea circuitului electric exterior și se măsoară valoarea potențialului de protecție, totodată sistemul metal-electrolit protejabil se polarizează cu curent periodic care conține o cantitate egală de electricitate în impulsurile tur și retur.

Aplicarea procedeeului propus de măsurare a potențialului de protecție exclude incertitudinea la selectarea punctului de referință și asigură o înaltă exactitate de măsurare a potențialului de protecție pentru sistemul dat $\pm 1,5$ mV. Valoarea potențialului de protecție diferă de potențialul de polarizare cu 20...40 mV și mai mult.

Procedeul propus se bazează pe aplicarea în timpul măsurărilor curentului periodic cu o cantitate egală de electricitate în impulsurile tur și retur, ceea ce exclude apariția diferenței între curenții de redresare prin efectul Faraday și influența acestora asupra valorii potențialului de polarizare, ceea ce permite de a spori veridicitatea determinării punctului de contopire a curbelor exponențiale [3], al cărei potențial corespunde vitezei minime de coroziune a metalului dat în mediul dat, lucru pe care l-am depistat și confirmat de mai multe ori în practică. Folosirea în timpul măsurărilor a curentului periodic cu cantități egale de electricitate în impulsurile tur și retur contribuie la excluderea componentei de polarizare, obținută din diferența dintre densitățile curenților tur și retur, deoarece această diferență este egală cu zero. În timpul întreruperii circuitului de polarizare al curentului periodic curbele scăderii potențialelor se fixează cu ajutorul unui oscilograf electronic cu un înalt grad de exactitate și valoarea potențialului de protecție se determină de asemenea cu un înalt grad de exactitate – 1,5 mV. Procedeul se caracterizează prin aceea că se efectuează suplimentar egalarea cantității de electricitate în impulsurile de curent tur și retur.

Este cunoscut dispozitivul pentru măsurarea potențialului de polarizare al construcțiilor metalice subterane [4], care constă din sondă de măsurare cu electrod de comparație și cu electrod auxiliar, umplut cu grund, utilizat în calitate de electrolit, constând din sursă de curent, întrerupător și aparat de măsurat.

Dispozitivul dat nu permite de a obține și de a fixa curbele exponențiale ale scăderii potențialelor eteropolare, din care cauză la aplicarea lui se exclude posibilitatea determinării punctului ce corespunde valorii potențialului de protecție a metalului. Măsurarea potențialului electrodului auxiliar fără componenta ohmică se efectuează în momentul deconectării acestuia de la construcție, cu toate acestea, în timpul măsurării la diferite obiecte este necesar de a schimba grundul din sondă, ceea ce este legat de pierderi suplimentare de timp și de modificarea conductibilității electrice a sistemului de măsurat.

Conform rezultatului obținut cel mai apropiat este dispozitivul [5] pentru măsurarea potențialului suprafeței neîncărcate a metalului, care realizează procedeul solicitat de măsurare a potențialului de protecție, și poate fi aplicat la electroliții lichizi.

Dispozitivul pentru măsurarea potențialului de protecție al suprafeței neîncărcate a metalului conține un vas, electrozi metalici auxiliar și pentru cercetare, sursă de curent electric, aparate de măsurat, electrod de comparație a potențialelor, punte conducătoare de curent, releu pentru întreruperea circuitului electric, în calitate de sursă de curent electric include dispozitiv pentru alimentarea băilor galvanice cu curent periodic cu impuls retur, obținut prin transformarea curentului de trei faze de calitate industrială; folosirea acestuia pentru electroliți solizi conduce la scăderea exactității determinării potențialului de protecție de la 10% din cauza polarizării punții conducătoare de curent în procesul măsurărilor și contopirii potențialului măsurat pe baza apariției componente în urma redresării curentului prin efectul Faraday. În calitate de cea mai apropiată soluție a fost luat dispozitivul [5].

În domeniul automatizării procesului de protecție a metalelor este cunoscut sistemul senzorial pentru circuitul curentului de protecție catodică [6], ce reglează intensitatea curentului redresat de dublă alternanță, care trece prin conducta protejabilă. Totodată, curentul se măsoară în circuitul anodic cu ajutorul ampermetrului, conectat paralel cu șuntul, iar tensiunea la bornele redresorului se măsoară cu voltmetrul. Sistemul dat de dirijare automată conține un amplificator cu două regimuri pentru amplificarea diferenței de tensiuni, diferența fiind înregistrată de la divizorul cu punct median legat la pământ. Semnalul amplificat de tensiune amplificat se dă la tranzistorul dirijabil cu emitor legat la pământ și releu, care pune în funcție motorul electric al dispozitivului electromecanic de reglare, care menține intensitatea dată a curentului în circuitul polarizator. Acest sistem se utilizează pentru menținerea curentului de protecție, în cazul în care valoarea acestuia este stabilită în prealabil, sistemul dat nu prevede determinarea valorii tot așa cum nu permite efectuarea măsurărilor potențialului conductei în raport cu grundul. Sistemul dat este complicat și nu este sigur în procesul de lucru.

Cel mai apropiat prin esența tehnică și prin rezultatul obținut este sistemul de protecție catodică automată a construcțiilor marine cu utilizarea anodului galvanic [7]. Sistemul este dotat cu dispozitiv de măsurare a potențialului corpului navei și de menținere automată a potențialului la nivelul dat. Sistemul conține sursă de curent continuu, sursă de curent redresat de dublă alternanță și sursă de curent pulsator, amplificator funcțional pentru semnalizare, punte cu tranzistori, care alimentează în mod automat, motor electric, care în timpul rotirii schimbă valoarea impedanței rezistorului dirijabil, ce creează sarcină activă pe baza căreia se elimină căldură permanent, ceea ce conduce la consum neproductiv de energie electrică și influențează intensitatea curentului de protecție în circuitul dintre corpul navei și anodul autosolubil.

În plus, dispozitivul permite de a măsura potențialul corpului în raport cu electrodul de cupru de comparație, scufundat în apă de mare, ceea ce conduce la instabilitatea indicilor la schimbarea condițiilor exterioare, cu toate că se folosește cupru pur. Aplicarea anodului galvanic autosolubil în calitate de sursă de curent continuu în timpul protecției corpului conduce la instabilitatea procesului, iar sporirea potențialului de polarizare pe baza scăderii curentului de polarizare contribuie la înfășurarea vitezei coroziunii navei.

Pentru mărirea curentului de protecție până la valorile anterioare de regulă se instalează anodi autosolubili noi, ceea ce este legat de cheltuieli suplimentare de mijloace și timp. Pentru automatizarea procesului în calitate de cea mai apropiată soluție a fost luat dispozitivul [7].

Problema pe care o rezolvă dispozitivul propus pentru măsurarea potențialului de protecție constă în asigurarea exactității înalte de măsurare în electroliți solid și lichid, de exemplu, în grund sau în apă de mare.

Dispozitivul pentru aplicarea procedurii de măsurare a valorii potențialului de protecție a metalului, conform invenției, înlătură dezavantajele sus-menționate prin aceea că include electrod auxiliar, metal protejabil, oscilograf pentru măsurarea potențialului, punte pentru obținerea curentului periodic cu impuls retur și de măsurare a intensității curenților direct și retur, ampermetre, electrod de comparație a potențialelor, releu pentru întreruperea circuitului electric, sursă de curent alternativ, microampermetru pentru determinarea diferenței dintre curenții direct și retur, condensator și inductivitate pentru separarea circuitelor de curenți continuu și periodic, și conține suplimentar în calitate de sursă de curent alternativ o înfășurare de transformator de forță, regulator monofazat de curent și baterie de condensatoare pentru asigurarea egalității cantității de electricitate în impulsurile de curent tur și retur la măsurarea potențialului de protecție a metalului.

Altă problemă pe care o rezolvă invenția propusă este sporirea eficacității procesului de protecție a metalului contra coroziunii, mărirea termenului de exploatare a electrozilor auxiliar și economisirea mijloacelor.

Problema propusă se rezolvă prin aceea că, în conformitate cu invenția, dispozitivul automat pentru protecția electrochimică a metalului contra coroziunii înlătură dezavantajele sus-menționate prin aceea că include: sursă de curent continuu de polarizare, sursă de curent pentru alimentarea motorului electric, sursă de curent pentru alimentarea circuitelor de dirijare a amplificatorului funcțional, punte de tranzistori pentru punerea în funcțiune a motorului electric și organ de reglare, iar în calitate de sursă de alimentare conține transformator de forță care include: sursă de curent redresat de dublă alternanță reglabil pentru menținerea potențialului dat al metalului, sursă de curent cu impuls eteropolar, obținut cu ajutorul diodelor cuplate opus-paralel pentru alimentarea motorului electric, organ de execuție, sursă de tensiune redresată de dublă alternanță pentru alimentarea circuitelor de dirijare ale amplificatorului funcțional, și mai conține stabilizator al tensiunii de referință, rezistor reglabil pentru mărirea exactității de acordare a amplificatorului funcțional, rezistor reglabil pentru echilibrarea punții de tranzistori, electrod auxiliar rezistent pentru avansarea curentului polarizator exterior înspre metalul protejabil.

În cererea referitoare la invenția dată este folosită schema electronică de protecție, în care se utilizează o sursă exterioară de curent redresat de dublă alternanță dirijată în mod automat. În acest caz, de exemplu, la micșorarea curentului de protecție este posibil de a efectua mărirea acestuia prin metodă pur electrică pe baza mării tensiunii între

electrodul auxiliar și metalul protejabil (Григорьев В.П. Защита металлов от коррозии, <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/793.html>).

Invenția se explică prin desenul prezentat în fig. 1, în care este reprezentată schema electrică principială a dispozitivului pentru măsurarea potențialului de protecție a metalului și a dispozitivului automat pentru protecția electrochimică a metalului contra coroziunii.

Problema propusă se rezolvă prin aceea că dispozitivul pentru realizarea procedurii de măsurare a potențialului de protecție a metalului (fig. 1), conform invenției, conține: partea de măsurare 1, vas 2 cu electrolit 3, în care sunt scufundați electrodul auxiliar 4 și metalul protejabil 5, unit cu oscilograf 6, puntea 7 pentru obținerea și măsurarea curentului periodic cu impuls retur, ce conține ampermetre de curent continuu 8 și 8a pentru măsurarea curentului în impulsuri tur și retur, electrod de comparație portabil 9, precum și formatoare de impulsuri tur 10 și retur 11 de curent periodic unite cu oscilograf 6 pentru măsurarea potențialului pe metalul protejabil, întrerupător cu tiratroni 12, disjunctoare 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, microampermetru 21, rezistor de echilibrare 22 pentru echilibrarea brațelor punții.

Dispozitivul conține suplimentar un transformator de forță 23, regulator de curent monofazat 24, care permite de a obține atât tensiune redresată de dublă alternanță reglată de la redresorul 25 la bornele 26 și 27, cât și tensiune variabilă reglată, care se schimbă de la 0 până la 20 V la bornele 28 și 29, precum și o baterie 30 ce conține un set de condensatoare 31 pentru asigurarea egalității cantității de electricitate în impulsurile tur și retur de curent prin conectarea sau deconectarea lor cu ajutorul disjunctoarelor 18 și 19 și condensator de separare 32, inclus între borna pozitivă a redresorului și circuitul 28 de curent alternativ.

Dispozitivul automat 33 pentru realizarea procedurii de protecție electrochimică a metalului contra coroziunii, care asigură menținerea potențialului metalului protejabil la nivelul stabilit cu folosirea dispozitivului caracterizat mai sus include: sursă de curent pulsator eteropolar 34 pentru alimentarea motorului electric reversibil 35 prin firele 36 și 37, sursă de curent 38 cu redresor 39 și cu regulatoare de tensiune 40 și 41 pentru alimentarea circuitelor de dirijare a amplificatorului operațional 42, care servește la dirijarea punții de tranzistori 43; rezistor dirijabil 44 pentru determinarea tensiunii de referință la intrarea 2 a amplificatorului funcțional 42; rezistoare nereglabile 45 și 46 pentru determinarea coeficientului necesar de amplificare a amplificatorului funcțional 42 ($R_{46}:R_{45}=1500$), rezistor de stingere 47, rezistori nereglabili 48 și 49, tranzistori 50 și 51, incluși în brațele punții 43, rezistor de stingere 52, disjunctori 53, șasiu 54, drosel 55, ampermetru 56, disjunctori 57.

Dispozitivul automat, conform invenției, conține suplimentar: stabilizator al tensiunii de referință 58, rezistor reglabil 59 pentru corectarea tensiunii de polarizare și determinarea valorii zero a tensiunii la ieșirea amplificatorului funcțional, care echilibrează rezistorul reglabil 60, organ de execuție 61 cu regulator de curent monofazat 24; diode cuplate opus-paralel 62 și 63 pentru formarea tensiunii pulsatoare, debitată la motorul electric 35 prin condensatoarele de acumulare 64 și 65.

În calitate de sursă exterioară de curent de protecție conține înfășurarea 38a a transformatorului de forță 23, unit prin regulatorul de curent monofazat 24 cu redresor de dublă alternanță 25, care alimentează prin conductorul 26 cu tensiune pozitivă electrodul auxiliar 4, iar prin conductorul 27 alimentează cu tensiune negativă șasiul 54, cu care prin disjunctori 14, droselul 55, ampermetrul 56, disjunctori 57, metalul protejabil 5 este unit de asemenea cu șasiul 54 și cu intrarea negativă a oscilografului 6; amplificator funcțional 43 cu șapte borne, a cărei bornă inversată 1 prin rezistorul 45 este unită cu electrodul de comparație 7 și cu intrarea pozitivă a oscilografului 6; rezistorul dirijabil 59 unit cu șapte borne ale amplificatorului funcțional 42, servește pentru corectarea tensiunii negative de polarizare, debitată de la redresorul 39 prin regulatorul de tensiune cu trei borne 40 și pentru determinarea tensiunii date la ieșirea amplificatorului funcțional 42 cu punte de tranzistori 43, unită, la rândul ei, prin rezistorii 48 și 49 și tranzistorii 50 și 51 cu rezistorul reglabil 60, la fel prin rezistorul 46 cu ieșire inversată 1', care prin rezistorul 45 este unit cu electrodul de comparație 7. La ieșirea neînversată 2' de la redresorul 39 prin regulatorul de tensiune 41 la rezistorul de stingere 47 debitează tensiune negativă de referință, stabilizată cu ajutorul stabilivoltului 58, la rezistorul dirijabil 44 tensiunea negativă vine de la redresorul de dublă alternanță 39 prin regulatorul de tensiune 40 cu trei borne și debitează la rezistorul reglabil 59; organul de execuție 61, blocat cu arborele de ieșire al motorului electric 35, este unit prin legătură mecanică cu regulatorul de curent monofazat 24; sursa de impulsuri eteropolare 34, ce conține înfășurările secundare ale transformatorului 23, unite cu unele borne cu șasiul 54, iar cu alte borne cu diodele 62 și 63 cuplate opus-paralel pentru obținerea respectivă a tensiunilor pulsatorii pozitive și negative, la diode sunt unite condensatoarele de acumulare 64 și 65, unite prin conductorii 37 și 38 cu tranzistorii 50 și 51, care dirijează în mod automat rotirea motorului electric 35 și organul de execuție 61 unit cu acesta, care este încadrat în regulatorul de curent monofazat 24.

Dispozitivul pentru măsurarea potențialului de protecție a metalului funcționează în modul următor: tensiunea alternativă de la înfășurarea 38a a transformatorului de forță 23 ajunge prin regulatorul de curent monofazat 24 și borna 28, condensatorul 32 la electrodul auxiliar 4, care se află în electrolit 3, iar de la borna 29 prin disjunctori 18 sau 19 prin setul necesar de condensatoare 31, întrerupătorul cu tiratroni 12 tensiunea variabilă ajunge la formatoarele de impulsuri tur 10 și retur 11 de curent periodic; impulsul tur prin disjunctori 16 și ampermetrul 8 debitează la rezistorul de echilibrare 22, impulsul retur prin disjunctori 20 și ampermetrul 9 de asemenea ajunge la rezistorul 22, cu ajutorul căruia se stabilește echilibrul curentului în brațele punții 7 și cu microampermetrul 21 se controlează intensitatea curentului în diagonalele punții; după ce se efectuează echilibrarea punții prin disjunctoarele 14 și 15 tensiunea periodică cu impuls retur reglabilă cu ajutorul regulatorului de curent monofazat 24 se aplică pe metalul protejabil 5, se efectuează întreruperea circuitului cu disjunctori 12, cu ajutorul oscilografului 6 se fixează curbele scăderii

potențialului de la impulsurile tur și retur și la scara stabilită se determină valoarea potențialului de protecție pentru sistemul dat metal-electrolit, după efectuarea măsurării cu ajutorul disjunctivului 15 puntea 7 se deconectează.

Rezistența totală a condensatoarelor, incluse în baterie în timpul măsurării valorii potențialului metalului, se determină din raportul $rc=1/\omega C$, unde rc reprezintă reactanța capacitivă, ω – frecvența curentului folosit, C – capacitatea condensatoarelor la tensiunea dată.

În funcție de mărirea suprafeței metalului protejabil densitatea curentului în circuitul metal-electrolit se reglează prin schimbarea capacității bateriei sau prin schimbarea tensiunii cu ajutorul regulatorului de curent monofazat 24.

La baza dispozitivului de măsurare a fost folosită cunoscuta regulă conform căreia curentul de încărcare a condensatorului este egal cu curentul de descărcare a lui, astfel se exclude acțiunea diferenței de curenți tur și retur asupra valorii determinate a potențialului de protecție, întrucât se separă componenta constantă a curentului periodic cu impuls retur, se exclude contribuția redresării prin efectul Faraday și valoarea medie în timp a cantității de electricitate este egală cu zero, având în vedere lipsa de asimetrie între curenții tur și retur.

Dispozitivul automat funcționează în modul următor: de la redresorul 39 prin regulatorul de tensiune cu trei borne 41, rezistorul 47 și rezistorul reglabil 44 la intrarea neinversată 2 se aplică tensiune pozitivă de referință, stabilizată cu ajutorul stabilizatorului 59, iar prin regulatorul cu trei borne 40 – la circuitul de dirijare a amplificatorului funcțional 42 prin rezistorul reglabil 59 se aplică tensiune negativă. La acordarea preventivă a amplificatorului funcțional 42 cu ajutorul rezistorului 44 se stabilește echilibrul de tensiune la intrările 1' și 2' față de șasiul 54, care se controlează suplimentar în lipsa tensiunii între intrările 1' și 2', iar prin schimbarea rezistenței rezistorului 59 se constată lipsa tensiunii la ieșirea amplificatorului funcțional 42 între rezistoarele 48 și 49 și șasiul 54; în cazul în care diferența de tensiune la intrările 1' și 2' este de 1 mV, la ieșirea amplificatorului se stabilește tensiunea de 1,5 V, ceea ce condiționează trecerea curentului prin tranzistorii 50 și 51 în funcție de polaritatea tensiunii care a debitat la baza tranzistorilor.

În cazul în care potențialul metalului protejabil 5 scade față de electrodul de comparație 9 la ieșirea amplificatorului funcțional apare tensiune pozitivă, care condiționează deschiderea tranzistorului 51 și trecerea curentului de la dioda 62 înspre motorul electric 35, provocând rotirea lui și a organului de reglare 61 al regulatorului de curent monofazat 24 în direcția scăderii rezistenței în circuit, provocând creșterea corespunzătoare a potențialului metalului protejabil 5 până la valoarea când diferența de tensiune între intrările 1' și 2' ale amplificatorului funcțional va deveni egală cu zero și motorul se va opri.

În cazul în care potențialul metalului protejabil 5 crește la ieșirea amplificatorului funcțional 41 se stabilește tensiune negativă (față de șasiul 54), ceea ce provoacă trecerea curentului de la dioda 63 prin tranzistorul 50, rezistorii 52 și 60 și motorul electric 35, asigurând rotirea lui în altă direcție și scăderea potențialului metalului până la nivelul stabilit anterior, în care diferența de tensiune între intrările 1' și 2' va fi egală cu zero.

În timpul conectării la electrodul auxiliar 4 și la metalul protejabil 5 a curentului periodic cu impuls retur cu ajutorul disjunctivului 15 lipsa diferenței de indici înregistrată la ampermetrele 8 și 9 cu mare exactitate stabilită cu ajutorul microampermetrului 21 denotă egalitatea vitezelor cu care decurg reacțiile electrochimice de oxidare și de reducere pe metalul protejabil 5 și lipsa coroziunii electrochimice.

În cazul controlului schimbării parametrilor mediului exterior motorul electric 35 se deconectează cu ajutorul întrerupătorului 53, se determină din nou valoarea potențialului de protecție în consecutivitatea descrisă mai sus, de la redresorul 25 se debitează potențial pe metalul protejabil 5, egal cu valoarea stabilită a potențialului de protecție; folosind rezistorul 44 la intrările 1' și 2' potențialele se egalează și cu ajutorul disjunctivului 59 se conectează motorul electric 35. O dată cu schimbarea particularităților suprafeței metalului are loc micșorarea sau mărirea potențialului acestuia față de valoarea inițială, cu ajutorul sistemului de dirijare potențialul metalului protejabil se schimbă în mod automat până la nivelul potențialului de protecție și din nou se menține la acest nivel, variațiile potențialului fixat nu depășesc $\pm 0,7...1$ mV.

La debitarea în colectoarele tranzistorilor a tensiunii pulsatoare se mărește sensibilitatea motorului electric la semnale electrice care ajung și se micșorează unghiurile de abatere a indusului motorului electric într-o direcție sau în alta față de poziția neutră.

Folosirea acestei scheme permite de a efectua uzarea electrozilor auxiliari până la starea de limită sau de a folosi metale rezistente freu solubile (de exemplu, din titan, inox sau plumb), ceea ce este unul dintre avantajele dispozitivului propus în invenție, care asigură stabilitatea procesului, mărirea durabilității electrozilor auxiliari minimum de 2...3 ori și economisirea materialelor.

Exemplu de realizare în complex a invenției.

Electrozii confecționați din fier, aluminiu, cupru și titan au fost scufundați pe rând în grund cu conductibilitatea specifică de $5\text{-}10 \Omega\text{-}1\text{-m}$, având $\text{pH} = 7,4...7,6$, și în apă din Marea Neagră cu $\text{pH} = 7,6...7,7$.

În vasul cu electrolit a fost scufundat electrodul auxiliar rezistent din titan, apoi au fost scufundate pe rând plăci protejabile din fier, aluminiu, cupru și titan cu suprafața de $0,01 \text{ m}^2$, măsurând preventiv valoarea potențialului staționar în raport cu electrodul cuprosulfatic saturat portabil de comparație 9, s-au făcut calculele în raport cu electrodul de comparație din hidrogen și prin sistem a fost lăsat să treacă curent periodic cu impuls retur, raportul amplitudinii densității curentului cu impulsuri tur și retur fiind de $1/1$ și egalitatea cantității de electricitate în impulsurile tur și retur la densitatea de amplitudine calculată fiind de $2\text{A}/\text{m}^2$.

Cu ajutorul întrerupătorului 12 se întrerupea circuitul de polarizare exterior în timpul trecerii impulsurilor tur și retur și, cu ajutorul oscilografului electronic 6 (de tipul C1-19Б), se măsura valoarea potențialului de protecție pentru fiecare sistem metal-electrolit; după deconectarea curentului periodic în scop de control se măsurau potențialele staționare ale

metalelor, se conecta curent redresat de dublă alternanță de la redresorul 25 și, cu ajutorul regulatorului de curent monofazat 24, potențialul metalului protejabil se mărea până atingerea valoarea egală cu o anumită valoare a potențialului de protecție și cu ajutorul ampermetrului 56 se măsoară valoarea curentului de protecție în circuitul polarizator; rezistorului 44 i se aplica tensiune pozitivă de 2 V de la redresorul 39 și între bornele 1' și 2' ale amplificatorului funcțional 42, cu ajutorul rezistorului reglabil 44, se determina diferența dintre potențiale, egală cu 0; în momentele deschiderii unuia dintre tranzistori 50 sau 51 de la sursa de curent pulsator eteropolar 34 asupra motorului electric 35 în mod automat de aplica tensiune pozitivă de 18 V cea ce provoacă rotirea motorului electric împreună cu organul de reglare 61 într-o direcție sau în alta și schimbarea respectivă a potențialului metalului protejabil 5. Metalele erau menținute la potențialele egale ca mărime cu potențialul lor de protecție timp de 240 ore, la abaterea potențialului metalului cu $\pm 1 \dots 1,5$ mV de la valoarea stabilită a potențialului de protecție dispozitivul se conecta în mod automat și efectua mărirea sau micșorarea curentului de polarizare în circuitul exterior de polarizare, aducând sistemul metal-electrolit protejabil la echilibrul dinamic (rezultatele sunt prezentate în tabel).

Tabel

Rezultatele experimentării procedurii și dispozitivului pentru măsurarea potențialului de protecție și a dispozitivului automat pentru protecția metalelor contra coroziunii la $T = 291$ K

Denumirea electrolitului	Metalul	pH	φ_{st} , V	φ_p , V	i_c , A/m ²	i_p , A/m ²	$\lambda = \frac{i}{i_p}$	Z, %
Apă din Marea Neagră	Fe	7,6...7,7	-0,375	-0,410	0,34840	0,01790	19,46370	94,9
	Al		-0,345	-0,555	0,98765	0,05502	16,49672	93,9
	Cu		-0,150	-0,0160	0,12205	0,00920	13,26693	92,5
	Ti		-0,450	-0,475	0,00940	0,00030	31,33333	98,9
Grund din r-nul Otaci, Republica Moldova	Fe	7,4...7,6	-0,410	-0,425	0,19340	0,00795	24,92704	95,9
	Al		-0,370	-0,390	0,34870	0,01720	20,27325	93,6
	Cu		-0,155	-0,155	0,06145	0,00275	22,34545	93,5
	Ti		-0,435	-0,480	0,00655	0,00020	32,75000	96,9

Unde φ_{st} – potențialul staționar, φ_p – potențialul de protecție, i_c – densitatea curentului de coroziune, i_p – densitatea curentului de protecție, γ – coeficientul de frânare, Z – gradul de protecție.

Rezultatele experimentării în complex a procedurii de măsurare a potențialului de protecție și a dispozitivului automat pentru protecția fierului, aluminiului, cuprului și titanului în apă de mare și în grund au demonstrat că coeficientul de frânare a procesului de coroziune crește la trecerea de la apa de mare la grund cu privire la fier de la 19 până la 24, cu privire la aluminiu și titan practic nu se schimbă, iar cu privire la cupru se mărește de la 13 până la 22.

Gradul de protecție la menținerea automată a potențialului metalului la nivelul potențialului de protecție pentru metalele menționate se schimbă în limitele de la 92 până la 97%, dispersia parametrilor nu depășește 5%, ceea ce denotă eficacitatea și oportunitatea utilizării în practică a procedurii inventat de măsurare a potențialului de protecție și a dispozitivului automat pentru menținerea parametrilor de protecție la nivelul stabilit.