

Invenția se referă la un procedeu de protecție a metalelor construcționale contra coroziunii în construcția navală, construcția de poduri, construcțiile hidrotehnice, în ramurile industriei energetice și în industriile de prelucrare a cărnii și a laptelui.

Este cunoscut procedeu de protecție electrochimică a metalelor de construcții bazat pe schimbarea direcției de trecere a curentului prin sistemul soluție-mediul agresiv ca rezultat al suprapunerii curentului exterior, care apare la crearea elementului galvanic în urma alierii la metalul care necesită protecție a unui alt metal (a protectorului), cu o valoare mai mică a potențialului în raport cu potențialul staționar al metalului care necesită protecție; conform acestui procedeu metalul tranzițional (zincul, magneziul, aluminiul și aliajele lui) execută rolul de anod și trebuie să se dizolve cu viteză suficientă pentru crearea în rețea a curentului electric invers cu intensitatea necesară [1].

La utilizarea acestui procedeu de protecție contra coroziunii nu se ia în considerație compoziția chimică a metalului de construcții, tratamentul termic al acestuia, proprietățile mediului agresiv, deoarece la stabilirea regimurilor se folosesc diagramele potențial-indice ale activității ionilor de hidrogen și ecuațiile reacțiilor electrozilor, se determină valorile

teoretice ale potențialelor de protecție (φ_P^T) atât pentru mediile naturale, cât și pentru electroliții cu activitate diferită a ionilor, antrenată în procesul redox.

Potențialul de protecție în acest caz are o valoare constantă, care nu se schimbă o dată cu schimbarea compoziției și a proprietăților mediului agresiv la schimbarea condițiilor de corodare a construcțiilor metalice, de aceea potențialul real se deosebește substanțial de valorile calculate pe calea teoretică și efectul acestui procedeu de protecție, din cauza dezavantajelor menționate, este scăzut.

Mai este cunoscut procedeu de protecție contra coroziunii, care după esență și rezultatul obținut este cel mai apropiat de procedeu propus, conform căruia se măsoară potențialul staționar al metalului în mediul agresiv, se stabilește valoarea potențialului de protecție, de la sursa exterioară de curent metalului i se transmite potențial de protecție și valoarea lui se menține în intervalul stabilit [2].

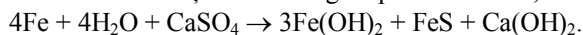
Procedeu dat se bazează pe estimarea posibilității termodinamice a manifestării protecției electrochimice a metalului,

stabilite ca rezultat al analizei diagramei potențial-indice a activității ionilor de hidrogen ai mediului (φ_{-pH}), admițând că fiecărei valori pH a mediului valoarea potențialului de protecție a metalului obținută pe cale teoretică (φ_P^T) corespunde potențialului graniței care desparte domeniul de stabilitate de domeniul de coroziune, cu toate acestea, potențialul electrodului prin care trece curent nu este egal cu potențialul de echilibru și nu poate fi calculat prin metoda termodinamică.

Din lipsa de procedee sigure de estimare practică a sistemului se determină valoarea teoretică a potențialului de protecție (φ_P^T) pentru mediul natural și pentru electrolit după valoarea activității ionilor care pot participa la procesul redox. În mediile acide se admite că valoarea (φ_P) nu depinde de pH-ul mediului, ci de activitatea cationilor metalului.

Cu toate acestea, valorile potențialelor de protecție obținute în practică (φ_P^T) deseori nu coincid cu valorile teoretice (φ_P^T) și în multe cazuri procesul de coroziune la (φ_P^T) nu poate fi prevenit, dimpotrivă, se acutizează. Pentru a explica mecanismul de inhibare a coroziunii prin polarizarea catodică a metalului se analizează diagrama curent-potențial, se ia în considerație situația că, din punct de vedere teoretic, protecția catodică este asigurată, dacă în urma polarizării cu curent exterior se obține deplasarea potențialului metalului de la valoarea staționară (φ_{st}) până la valoarea (φ_i), când potențialul de protecție devine reversibil, iar viteza procesului de coroziune în mediul natural este determinată de intensitatea curentului de schimb.

Mecanismul reacției de distrugere prin coroziune, de exemplu, a fierului, poate fi reprezentat în forma:



Gradul de protecție contra distrugerii prin coroziune (Z) se calculează conform formulei:

$$Z = \frac{i_c - i_p}{i_c} \cdot 100, \%$$

unde:

i_c este densitatea curentului de coroziune când potențialul este staționar, A/m^2 ;

i_p - densitatea curentului de protecție la polarizarea metalului, A/m^2 .

Viteza de distrugere prin coroziune se determină prin proiect, luând în considerație oportunitatea economică și fiabilitatea de exploatare a obiectului în decursul timpului dat. Întrucât valorile reale ale potențialelor de protecție se deosebesc substanțial de valorile teoretice, în mediile naturale de protecție, de exemplu, a fierului, se recomandă intervalul oscilației potențialului de protecție sau deplasarea de protecție a potențialului ($\Delta\varphi_P = \varphi_P - \varphi_{st}$), care se încadrează în intervalul de la 100 până la 300 mV, ceea ce conduce la cheltuieli suplimentare neîntemeiate de energie electrică; menținerea în acest interval a deplasării potențialului de protecție este cauzată de faptul că în prezent nu există date care ar confirma prezența echilibrului electrocinetic și dinamic al sistemelor fizico-chimice complicate metal-mediul agresiv, cineticii proceselor electrozilor, care decurg în dublu strat electric la polarizarea metalului în mediul natural.

Problema pe care o rezolvă invenția dată constă în mărirea gradului de protecție a metalului contra coroziunii la polarizarea cunoscută a sistemului metal-mediu agresiv cu curent electric continuu exterior.

Procedeeul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că mai întâi se efectuează analiza electrică a sistemului metal-mediu agresiv complicat cu exactitatea măsurării potențialului până la ± 1 mV și se determină valoarea potențialului de protecție în condițiile reale de decurgere a procesului de coroziune, care pentru toate metalele este egală cu valoarea potențialului inversării sarcinii suprafeței lor în mediul dat.

Procedeeul include măsurarea potențialului staționar al metalului în mediu agresiv, stabilirea valorii potențialului de protecție egal cu potențialul de inversare a sarcinii suprafeței metalului, aplicarea pe metal și menținerea potențialului de protecție stabilit de la sursa exterioară de curent continuu, totodată valoarea potențialului de protecție se stabilește prin polarizarea sistemului metal-mediu agresiv cu curent periodic cu impuls retur, întreruperea rapidă a circuitului exterior polarizator în timpul trecerii impulsurilor tur și retur de curent, obținerea curbelor variației în timp a potențialelor și fixarea valorii potențialului în punctul de întâlnire a curbelor, corespunzător scăderii spontane a potențialelor de la impulsurile tur și retur ale curentului.

Rezultatul constă în sporirea gradului de protecție a metalelor construcționale contra coroziunii.

Reversibilitatea potențialului se confirmă paralel printr-o metodă independentă, de exemplu, prin schimbarea corespunzătoare a unghiului limită al bulei de gaz aproape de mărimea maximă o dată cu schimbarea curentului exterior polarizator, care confirmă în plus stabilirea potențialului de inversare a sarcinii suprafeței metalului în mediul dat. Obținerea cu potențialele catodic și anodic a uneia și aceleași valori (ϕ_i), ce corespunde echilibrului instantaneu al sistemului, denotă lipsa în aceste condiții a reacțiilor redox, iar valoarea ce corespunde echilibrului potențialului constituie granița care desparte domeniul coroziunii de domeniul stabilității, care poate fi determinată cu exactitatea de ± 1 mV și mai mare, în funcție de perfecțiunea aparatelor de măsură folosite.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă, respectiv, oscilogramele schimbării potențialelor electrodului din fier după întreruperea circuitului polarizator în timpul trecerii impulsurilor tur și retur de curent prin soluție uninormală de FeSO_4 la $T=293\text{K}$ și la valori de amplitudine egale ale intensității impulsurilor tur și retur de curent polarizator (la $D_{tm} = D_{rm} = 100 \text{ A/m}^2$),

unde ϕ_{tm} – valoarea maximă a potențialului electrodului din fier în timpul trecerii impulsului tur de curent;

ϕ_p – valoarea potențialului de protecție corespunzătoare punctului de întâlnire a curbelor la scăderea instantanee a potențialelor de la impulsurile tur și retur de curent după întreruperea rapidă a circuitului electric;

ϕ_{st} - valoarea potențialului staționar al electrodului;

ϕ_{rm} - valoarea maximă a potențialului electrodului din fier în timpul trecerii impulsului retur de curent;

D_{tm} – intensitatea de amplitudine a impulsului tur de curent;

D_{rm} - intensitatea de amplitudine a impulsului retur de curent.

Prin polarizarea sistemului metal-mediu agresiv (electrolit) cu curent continuu exterior potențialul metalului se deplasează în raport cu valoarea staționară (sau cu potențialul electrodului de comparație) până la valoarea potențialului de inversare a sarcinii sau a potențialului suprafeței fără sarcină (ϕ_0) și se menține la acest nivel cu exactitatea obținută pe calea tehnică; se determină intensitatea de protecție a curentului (i_p), menținând potențialul metalului aproape de valoarea $\phi_p \approx \phi_i$, se estimează gradul real de protecție a metalului contra distrugerii prin coroziune conform intensității stabilite a curentului de coroziune (i_C).

În calitate de materiale pentru experiment au servit metalele de construcții folosite pe larg în practică, și anume fierul, aluminiul, cuprul, titanul, care au fost plasate consecutiv în soluție uninormală de acid sulfuric și în apă din Marea Neagră cu $T = 293\text{K}$; în calitate de anod a fost folosit titanul; măsurările s-au efectuat în raport cu electrodul de comparație clor-argint.

Procedeeul de protecție electrochimică a metalelor de construcții contra coroziunii se realizează astfel: se măsoară valoarea potențialului staționar al metalului, prin sistemul metal-mediu agresiv se lasă să treacă curent periodic cu impuls retur timp de 40...45 s, se întrerupe rapid circuitul de polarizare la trecerea impulsurilor de curent tur și retur, se stabilește punctul de întâlnire a curbelor (P.Î.C.), corespunzătoare scăderii potențialelor, și la scara stabilită se determină valoarea potențialului de inversare a sarcinii suprafeței metalului în raport cu anodul de comparație ales; se conectează borna pozitivă a sursei exterioare de curent continuu la anod, iar cea negativă – la metalul experimentat; potențialul acestuia se deplasează de la valoarea staționară până la valoarea (ϕ_p), se determină intensitatea de protecție a curentului și se estimează gradul real de protecție a metalului contra coroziunii în mediul dat.

Exemplu. Electrozii pentru experiment confecționat din fier, aluminiu, cupru și titan au fost plasați consecutiv în soluție uninormală de acid sulfuric și în apă din Marea Neagră, tot acolo fiind plasat anodul de titan și un capăt al punții din agar-agar, capătul al doilea al punții de legătură a fost scufundat în alt vas cu soluție de clorură de potasiu, unde se află electrodul pentru comparație din clor-argint, s-a măsurat valoarea potențialului staționar și printr-o celulă a fost lăsat să treacă curent periodic cu impuls retur, amplitudinea intensității curentului cu impulsuri tur și retur fiind egală cu 1/1, timp de 40...45 s, s-a efectuat întreruperea rapidă a circuitului exterior de polarizare la trecerea impulsurilor tur și retur și au fost fotografiate curbele variației în timp a potențialelor de pe ecranul oscilografului electronic C1-19Б; a fost determinat punctul de întâlnire a curbelor (P.Î.C.) al scăderii potențialelor la impulsurile tur și retur și s-a stabilit valoarea potențialului, în raport cu P.Î.C. găsit, care corespundea cu valoarea potențialului de protecție (ϕ_p), și prin polarizarea sistemului cu curent exterior potențialul metalului care necesită protecție a atins valoarea egală cu (ϕ_p), totodată a fost determinată intensitatea curentului de protecție (i_p) și estimat gradul de protecție electrochimică a metalului contra coroziunii (vezi rezultatele în tabel).

Tabel

Rezultatele experimentelor procedului de protecție electrochimică a metalelor contra distrugerii prin coroziune la 293K

Mediul agresiv	Mediul pH	Metalul	Potențialul staționar	Potențialul de protecție	Intensitatea curentului de coroziune	Intensitatea curentului de protecție	Gradul de protecție a metalului, %
Soluție uninormală	2,2	Fe	-0,344	-0,387	1,281780	0,015000	98,82
		Al	-0,401	-0,518	6,440400	0,007000	99,88
		Cu	-0,226	-0,260	0,481500	0,002300	99,52
		Ti	-0,358	-0,402	0,046017	0,000200	99,56
Apă din Marea Neagră	7,6...7,7	Fe	-0,380	-0,425	0,512712	0,003125	99,39
		Al	-0,357	-0,576	0,230040	0,001944	98,15
		Cu	-0,104	-0,162	0,102218	0,000450	99,56
		Ti	-0,405	-0,458	0,003630	0,000001	99,82

Rezultatele experimentelor efectuate conform procedului propus demonstrează că gradul de protecție a metalelor constructive în mediu acid poate fi mărit până la 98,5...99,5%, în mediu natural – până la 99,15...99,82%, volumul protecției în practică se determină prin exactitatea menținerii potențialului de protecție.