

**GHID DE PROIECTARE, EXECUȚIE ȘI EXPLOATARE A PROTECȚIILOR
ANTICOROZIVE PENTRU REZERVOARE DIN OTEL ÎNGROPATE
Indicativ GP 070-2002**

[Cuprins](#)

1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

1.1.1. Prezentul ghid se referă la principiile generale de proiectare, execuție și exploatare a protecțiilor anticorozive pentru rezervoarele din oțel îngropate, expuse acțiunii agresive combinate a solurilor în care acestea sunt exploatate și a fluidelor depozitate în incinta lor. Ghidul se adresează proiectanților, executanților, beneficiarilor și altor factori interesați în acest tip de lucrări.

1.1.2. Prevederile ghidului se aplică atât rezervoarelor pentru depozitarea produselor petroliere, cât și celor pentru depozitarea unor produse ce necesită un aviz sanitar (apă potabilă, ulei vegetal comestibil etc.) sau a apelor uzate.

1.2. Terminologie

Termenii de specialitate utilizați în cuprinsul prezentului ghid sunt prezentați în tabelul nr. 1
Tabelul 1.

Teren	Definiție (conform referințelor)
Coroziune	Interacțiune fizico-chimică între un material de construcție și mediul său înconjurător, care conduce la modificarea proprietăților materialului și adeseori la degradarea funcțională a acestuia, a mediului înconjurător sau a sistemului constituit din cei doi factori
Sistem de coroziune a metalelor	Sistem format din unul sau mai multe metale și toate elementele mediului care pot influența coroziunea.
Corozivitate	Capacitatea unui mediu de a produce coroziune într-un sistem de coroziune dat.
Agent agresiv (coroziv)	Factor de mediu ce acționează distructiv asupra construcției sau a diverselor sale părți componente, provocând coroziunea materialelor de construcție.
Fluid coroziv	Mediu lichid sau gazos ce acționează distructiv asupra construcției sau a diverselor sale părți componente, provocând coroziunea materialelor de construcție.
Mediu agresiv (coroziv)	Mediu care conține unul sau mai mulți agenți agresivi (corozivi).
Agresivitatea solului (impact asupra construcțiilor metalice)	Proprietăți fizico-chimice ale solului de a favoriza corodarea construcției metalice cu care vine în contact.

Coroziunea electro-chimică a construcțiilor metalice îngropate (Coroziune subterană)	Degradarea construcțiilor metalice îngropate sub acțiunea electrochimică a solului, în absența sau în prezența curenților de dispersie.
Coroziune microbiologică	Coroziunea asociată cu acțiunea microorganismelor prezente în sistemul de coroziune.
Coroziunea îmbinărilor sudate	Coroziunea asociată cu prezența unei îmbinări sudate și având loc în sudură sau în imediata sa vecinătate.
Coroziune „în lamă de cuțit”	Coroziune care conduce la apariția unei fante înguste la interfața metal de bază/metal de adaos a unei îmbinări prin sudare sau lipire.
Curent vagabond (curent de dispersie)	Curent care trece prin alte circuite decât cele prevăzute (curent de intensitate și sens de circulație variabil, circulând prin electrolit și adesea generat de instalațiile electrice de curent continuu).
Coroziune prin curenți vagabonzi	Coroziunea datorată curenților vagabonzi.
Rezistență la coroziune	Capacitatea unui material de construcție de a rezista la coroziune într-un mediu agresiv (coroziv).
Strat protector	Strat de pe suprafața metalului care micșorează viteza de coroziune.
Sistem pelicular de protecție anticorozivă	Ansamblu de straturi aplicate pe o suprafață suport, pentru a o proteja împotriva coroziunii.
Protecție mecanică a rezervoarelor îngropate	Protecție cu: folii, benzi elastomerice, membrane armate pentru reducerea riscului de deteriorare sub acțiunea factorilor mecanici (prin lovire, șocuri mecanice etc).
Conductor	Material cu conductivitate electrică mare (ex.: metal, grafit).
Electrod	Conductor în contact cu un electrolit.
Electrod de referință	Electrod al cărui potențial de echilibru are valoare constantă, cunoscută și reproductibilă.
Electrod de referință Cu/CuO ₄	Electrod de referință din cupru imersat într-o soluție saturată de sulfat de cupru, al cărui potențial de echilibru în raport cu electrodul standard de hidrogen este de + 0,316 V.
Anod	Electrodul unei celule electrochimice, unde are loc un proces de oxidare (coroziunea); electrodul cu tendință mai mare de trecere în soluție electrolică.

Anod galvanic Sinonime: anod de sacrificiu, anod activ	Electrod folosit pentru protecția catodică (un metal care, datorită poziției sale relative în seria galvanică, devine anod de sacrificiu față de un metal mai nobil, atunci când sunt cuplate electric într-un electrolit). Acești anodi sunt surse de curent în protecția catodică, fiind legați la construcția metalică protejată, formând o pilă cu aceasta, având ca efect aducerea construcției la un potențial mai electronegativ față de cel al mediului ambiant.
Serie galvanică	Ordonarea metalelor în funcție de potențialele lor de echilibru în condiții de mediu specifice.
Catod	Electrodul unei celule electrochimice. unde are loc un proces de reducere; electrodul cu tendință mai mică de trecere în soluție electrolitică.
Control catodic	Limitare a vitezei de coroziune de către viteza reacției catodice.
Control anodic	Limitare a vitezei de coroziune de către viteza reacției anodice.
Curent impus	Un curent electric furnizat de o sursă exterioară de curent
Curent teluric	Curent natural care circulă prin pământ, de origine geomagnetică sau produs de macropile geologice.
Stație de protecție catodică	Ansamblul instalațiilor de polarizare catodică, cu reglaj manual sau automat, alimentate cu energie electrică de la o sursă exterioară de curent.
Protecție catodică (protecție activă)	Protecție electrochimică obținută prin descreșterea potențialului de coroziune (tehnică prin care întreaga suprafață a metalului de protejat devine catodul unei celule electrochimice); prin această protecție metalul este polarizat catodic cel puțin până la valoarea potențialului de echilibru al acestuia (în zona de imunitate). Se realizează: - cu sursă exterioară de curent; - cu anodi de sacrificiu.
Protecție pasivă	Protecție realizată prin aplicarea unor sisteme peliculare anticoroziive.
Potențial de protecție catodică	Potențial negativ față de sol al unei construcții metalice îngropate polarizată catodic.
Potențial de electrod	Potențialul unui electrod măsurat față de un electrod de referință.
Potențial staționar	Potențialul față de sol. al unei construcții metalice îngropate, măsurat înainte de aplicarea protecției catodice
Potențial de polarizare	Diferența între potențialul la întreruperea curentului de protecție și potențialul staționar.
Curent de protecție catodică (curent de injecție)	Intensitatea curentului absorbit pentru atingerea parametrilor de protecție catodică a unei construcții metalice îngropate.

Polarizarea	Variația potențialului de electrod în raport cu o valoare de referință.
Depolarizare	Descreșterea polarizării.
Acoperire organică	Termen general pentru unul sau mai multe straturi compatibile între ele, alcătuite din materiale de acoperire organice (lacuri, vopsele, emailuri, chituri), aplicate pe o suprafață suport (oțel).
Izolare electrică	Separarea electrică de alte structuri metalice sau mediu.

1.3. Referințe

1. Legea nr. 10 / 1 995 - Legea privind calitatea în construcții.
2. Legea 90/1996 - Legea protecției muncii republicată în temeiul art.III din legea 177 din 18 oct. 2000.
3. Regulament privind conducerea și asigurarea calității în construcții (aprobat prin HGR. nr. 766/1997).
4. Regulament privind urmărirea comportării în exploatare, intervențiile în timp și postutilizarea construcțiilor (aprobat prin HGR. nr. 766/1997).
5. Regulament privind agrementul tehnic pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții (aprobat prin HGR. nr. 766/1997).
6. Norme tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția la acțiunea focului - indicativ P 118-99.
7. Normativ de prevenire și stingere a incendiilor pe durata executării lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, indicativ C 300, aprobat cu Ordinul nr. 20 N/94 al MLPAT.
8. I 7-98- Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000V ca. și 1500 V c.c.
9. PE 116 - Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice. Normativ privind siguranța la foc a construcției.
10. ID 17 - Normativ pentru proiectarea, executarea, verificare și recepționarea instalațiilor electrice în zone cu pericol de explozie.
11. STAS 7335 - Protecția contra coroziunii a construcțiilor metalice îngropate (Părțile 1-12).
12. STAS 6107 - Materiale electroizolante solide –Metode pentru determinarea rezistivității de volum, de suprafață și a rezistenței de izolație.
13. SR ISO 8044 - Coroziunea metalelor și aliajelor - Vocabular.
14. STAS 234 - Branșamente electrice. Prescripții generale de proiectare și execuție.
15. SR CEI 446 - Identificarea conductoarelor prin culori sau prin reperi numerice.
16. STAS 2612 - Protecția împotriva electrocutărilor. Limite admise.
17. STAS 5680 - Transformatoare, auto transformatoare, regulatoare de inducție, transformatoare de măsură și traductoare. Grade de protecție asigurate prin carcase.
18. STAS 9436/1 - Cabluri și conducte electrice. Clasificare și simbolizare.
19. SR ISO 8502-2 - Pregătirea suprafețelor suport din oțel înaintea aplicării vopselelor și produselor similare. Încercări pentru aprecierea curățeniei unei suprafețe.(Părțile 2-4).
20. SR ISO 8503 - Pregătirea suprafețelor suport din oțel înaintea aplicării vopselelor și produselor similare. Caracteristicile rugozității suprafeței suporturilor de oțel decapate. (Părțile 1,2).
21. SR ISO 8504-1 - Pregătirea suporturilor de oțel înaintea aplicării vopselelor și produselor similare. Metode de pregătire a suporturilor. (Părțile 1,3).
22. SR ISO 4618-1 - Vopsele și lacuri. Vocabular. (Părțile 1-3).
23. SR ISO 2409 - Vopsele și lacuri. Încercarea la carioaj.
24. SR EN 24624 Vopsele și lacuri. Încercarea la tracțiune.
25. SR EN ISO 6272 - Vopsele și lacuri. Încercarea la căderea unei mase.

26. SR ISO 1522 - Vopsele și lacuri. Încercarea la amortizarea pendulului.
27. SR ISO 1518 - Vopsele și lacuri. Încercarea la zgâriere.
28. SR ISO 6860 - Vopsele și lacuri. Încercarea la îndoire (mandrină conică).
29. STAS 8009 - Protecția suprafețelor metalice. Acoperiri prin vopsire. Metode de verificare.
30. SR ISO 7253 - Vopsele și lacuri. Determinarea rezistenței la ceață salină neutră.
31. SR EN ISO 2431 - Vopsele și lacuri. Determinarea timpului de scurgere prin utilizarea cupelor de scurgere.
32. STAS 2096 - Lacuri și vopsele. Determinarea timpului de scurgere.
33. SR ISO 2811 - Vopsele și lacuri. Determinarea masei volumice.
34. STAS 10030 - Lacuri și vopsele. Determinarea viabilității produselor cu mai mulți componenți, care se livrează separat, prin verificarea vâscozității.
35. STAS 2875 - Lacuri și vopsele. Determinarea uscării peliculei.
36. SR EN 29117 - Vopsele și lacuri. Determinarea uscării în adâncime și a timpului de uscare în adâncime. Metode de încercare.
37. SR ISO 11503 - Vopsele și lacuri. Determinarea rezistenței la umiditate (condensare repetată).
38. STAS 8393 - încercări climatice și mecanice. (Părțile: 4, 9, 14,23,27).
39. SR EN ISO 2812-1 - Vopsele și lacuri. Determinarea rezistenței la lichide. Metode generale.
40. SR EN 60068 - Încercări de mediu. Partea 2 (metodele A, B).

[\[top\]](#)

2. SPECIFICAȚII DE PERFORMANȚA ALE PROTECȚIILOR ANTICOROZIVE PENTRU REZERVOARE DIN OTEL ÎNGROPATE

2.1. Condiții tehnice și criterii de performanță

Prin concepția de alcătuire, protecțiile anticorozive pentru rezervoare din oțel îngropate trebuie să răspundă cerințelor de calitate din legea 10/1995, conform tabelului 2.

Tabelul 2.

Condiții tehnice și criterii de performanță pentru protecții anticorozive

Cerințe de calitate (performanță) conform Legii 10/95	Condiții tehnice de performanță	Criterii (parametri) de performanță pentru protecțiile anticorozive
---	---------------------------------	---

B. Siguranța în exploatare

Siguranța în exploatare a construcției, prin :

- comportarea satisfăcătoare la acțiuni ale agenților mecanici (provenite dintr-o exploatare normală);
- comportarea satisfăcătoare la acțiuni ale agenților agresivi din mediul exterior (sol): chimici, electrici (curenți de dispersie), microbiologici
- comportarea satisfăcătoare la acțiuni ale agenților agresivi din interior (fluide depozitate)

Protecții peliculare

- aderența la suport
- rezistența la lovire
- rezistența la zgâriere
- flexibilitatea
- duritatea
- porozitatea
- rezistența la variații de temperatură
- impermeabilitatea la apă
- rezistența de izolație
- rezistența la străpungere
- rezistența la desprindere catodică
- rezistența la agenți chimici agresivi
- rezistența la ceață salină
- compatibilitatea cu produse alimentare (aviz sanitar)
- rezistența la dezvoltarea discontinuităților în structura acoperirii în timp
- menținerea constantă a rezistivității electrice în timp

Protecție catodică cu anodi de sacrificiu (electrozi)

- rezistență constantă
- rezistență la polarizare
- durată maximă de exploatare

Protecție catodică cu sursă exterioară de curent (anodi de injecție)

- rezistență minimă la trecerea curentului
- dimensiuni minime posibile

Siguranța cu privire la factori agresanți legați de instalații

- Siguranța cu privire la evitarea accidentelor
 - a. intoxicare
 - b. contaminare și otrăvire
 - c. electrocutare
 - d. contaminarea solului
 - e. periclitarea construcțiilor metalice subterane vecine

C. Siguranța la foc	Riscul de incendiu	<ul style="list-style-type: none"> • clasele de combustibilitate ale elementelor și materialelor de construcții, precum și ale protecțiilor anticorozive • clasele de periculozitate ale materialelor și substanțelor utilizate la realizarea (alcătuirea) sistemelor de protecție anticorozivă
	Comportarea la foc a materialelor și elementelor de construcții, inclusiv a protecțiilor anticorozive	<ul style="list-style-type: none"> • contribuția la foc (potențialul calorific) dată de densitatea sarcinii termice a materialelor combustibile ce intră în componența sistemelor de protecție anticorozivă
D. Igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului	Menținerea în timp a calității apei potabile prin nealterarea caracteristicilor organoleptice Conservarea solului și a pânzei freatice	<u>Protecții peliculare</u> <ul style="list-style-type: none"> • compatibilitatea cu produse alimentare (aviz sanitar) • concentrația maximă de substanțe agresive/toxice în timpul execuției și exploatării • rezistența la agenți chimici agresivi
E. Izolație termică, hidrofugă și economia de energie	Izolare hidrofugă Conservarea solului și a pânzei freatice	Comportarea la acțiunea apei: <ul style="list-style-type: none"> • impermeabilitatea la apă • concentrația maximă de substanțe agresive/toxice în timpul execuției și exploatării • rezistența la agenți chimici agresivi

[\[top\]](#)

3. CONDIȚII DE PROIECTARE A PROTECȚIILOR ANTICOROZIVE PENTRU REZERVOARE DIN OTEL ÎNGROPATE

3.1. Principii generale de proiectare

3.1.1. La proiectarea rezervoarelor din oțel îngropate, proiectantul va întocmi, în cadrul documentației tehnice de execuție, caiete de sarcini privind execuția, exploatarea și întreținerea protecțiilor anticorozive.

3.1.2. Protecția anticorozivă a rezervoarelor din oțel îngropate implică:

- protecția anticorozivă activă - protecția catodică;
- protecția pasivă - care se realizează prin aplicarea unor sisteme peliculare de protecție anticorozivă, atât pentru exteriorul rezervorului cât și pentru interiorul său.

3.1.3. Proiectarea de specialitate a protecțiilor anticorozive pentru rezervoarele din oțel îngropate se realizează în funcție de tema de proiectare elaborată de către beneficiar, care trebuie să cuprindă:

- cerințele utilizatorului;
- destinația rezervorului;
- solicitările la care urmează să fie supus rezervorul în timpul exploatării: interne și externe;
- dimensiunile rezervorului.

3.1.4. Prin proiect se va preciza clasa de combustibilitate pentru protecțiile anticorozive (active și pasive) adoptate, potrivit reglementărilor tehnice specifice în vigoare.

3.1.5. În cartea tehnică vor fi înregistrate următoarele informații:

- a) Proiectul și amplasarea dispozitivelor de izolare, conductorilor și altor utilități, precum și detalii referitoare la alte măsuri adoptate referitor la controlul coroziunii.
- b) Rezultatele testelor referitoare la necesarul de curent, acolo unde au fost efectuate, și procedurile utilizate.
- c) Potențialele structură/sol înaintea aplicării curentului de protecție.

3.2. Condiții de proiectare pentru protecția catodică

3.2.1. Proiectarea sistemelor de protecție catodică se va face numai de către specialiști calificați în domeniul coroziunii, cu experiență în aplicarea protecțiilor catodice.

3.2.2. Stabilirea necesității aplicării protecției catodice

- a) Necesitatea aplicării protecției catodice pentru fiecare obiectiv în parte se stabilește pe baza: datelor rezultate din monitorizarea proceselor de coroziune; rezultatelor unor teste efectuate anterior, pe rezervoare similare, în medii/condiții similare; reglementărilor în vigoare.
- b) Pentru rezervoare noi, protecția catodică va fi prevăzută prin proiectul inițial și va fi menținută pe toată durata de funcționare a acestora, cu excepția cazurilor în care, pe baza unor investigații detaliate, specialiștii decid că protecția catodică nu este necesară.
- c) Pentru rezervoarele aflate în exploatare, necesitatea aplicării protecției catodice se va stabili pe baza unor studii efectuate pe o perioadă de timp relevantă, dacă aceste studii vor indica periclitarea siguranței și funcționării rezervorului prin coroziune.
- d) În vederea stabilirii necesității aplicării protecției catodice se face evaluarea completă a comportării în exploatare. Analiza efectuată în acest scop va cuprinde următoarele date:

d.1) Condiții referitoare la proiectare/construire:

- amplasament
- date referitoare la construcție
- proprietățile și rezistivitatea solului
- nivelul pânzei freatice
- prezența și tipul protecțiilor peliculare interne/externe
- reparații anterioare
- modificări în structura/proprietățile solului
- existența protecției catodice la structuri/construcții învecinate
- cartea tehnică a rezervorului (condiții de întreținere)
- timp de funcționare estimat
- zone reparate

d.2) Condiții referitoare la exploatare:

- tipul/ natura produsului stocat
- temperatura produsului
- frecvența reumplerilor

d.3) Investigarea stării de degradare prin coroziune:

- inspectarea periodică a rezervoarelor
- înregistrări ale vitezelor de coroziune
- probleme de coroziune la rezervoarele din vecinătate
- probleme de coroziune similare la rezervoare cu construcție similară
- probleme create de curenți de dispersie
- proiectarea și performanțele sistemelor de protecție anticorozivă anterioare
- urmărirea potențialului structură-sol .

d.4) Analiza altor factori:

- existența altor structuri metalice îngropate, în vecinătate
- existența, în vecinătate, a unor sisteme de protecție catodică (pentru alte obiective)

Curenții necesari pentru asigurarea protecției catodice a rezervoarelor îngropate, noi sau aflate în exploatare, vor fi calculați funcție de rezistivitatea solului, aria suprafeței totale de protejat și

calitatea acoperirii. Pentru rezervoare aflate în exploatare, este posibilă determinarea cantitativă a curentului de protecție necesar prin conectarea electrică a rezervorului îngropat la o sursă generatoare de curent continuu și măsurarea potențialelor rezervor - sol față de electrodul de referință, Cu/CuSO₄. Curentul de ieșire observat, necesar pentru obținerea potențialului catodic de protecție dorit, poate fi utilizat pentru proiectarea sistemului de protecție catodică.

3.2.3. Obiectivele proiectării sistemelor de protecție catodică

- a) Furnizarea unui curent de protecție având o valoare corespunzătoare, la suprafața rezervorului de protejat, și distribuirea uniformă a acestui curent, astfel încât cerințele protecției catodice să fie îndeplinite.
- b) Minimizarea curenților de interferență la nivelul structurilor metalice îngropate vecine.
- c) Alegerea sistemului de anodi astfel încât durata de viață a acestora să fie proporțională cu durata de funcționare estimată pentru rezervor.
- d) Poziționarea anozilor astfel încât riscul deteriorării sau perturbării funcționării lor să fie minim.

3.2.4. Condiții generale de proiectare a sistemelor de protecție catodică

La proiectarea unui sistem de protecție catodică vor fi avute în vedere următoarele:

- a) Stabilirea condițiilor potențial periculoase predominante pentru amplasarea rezervorului.
- b) Selectarea și proiectarea unui sistem de protecție catodică optim din punct de vedere al instalării, funcționării și întreținerii economice. Prin proiectare trebuie să se asigure minimizarea curenților excedențari de protecție, sau a gradientilor de potențial telurici care pot afecta negativ rezervoarele, structurile metalice îngropate vecine, sau protecțiile peliculare aplicate pe acestea.
- c) Selectarea și specificarea materialelor și a metodelor de instalare care să asigure operarea optimă pe toată durata de viață estimată a sistemului de protecție catodică.
- d) Selectarea unui mod de proiectare care să prevadă posibilitatea de monitorizare a funcționării sistemului de protecție catodică.

3.2.5. Condiții de proiectare specifice pentru protecția catodică interioară

- a) Proiectarea sistemelor de protecție catodică interioară este mai complexă, din cauza variațiilor de nivel ale fluidului coroziv depozitat. În plus, prezența diversilor contaminanți poate influența negativ performanțele sistemelor de protecție catodică.
- b) Factorii de care se va ține seama la proiectarea sistemelor de protecție catodică interioară sunt:

- tipul și starea protecției peliculare (dacă ea există);
- nivelul minim și nivelul maxim al fluidului coroziv în rezervor1;
- compatibilitatea fluidului stocat cu anozii și conductorii utilizați;
- intervalele de inspectare/verificare a interiorului rezervorului;
- configurația internă a rezervorului.

3.2.6. Cerințe de siguranță

Proiectarea sistemelor de protecție catodică cu sursă externă de curent (vezi subcapitolul

3.5.1.1) se va face cu maximă atenție pentru asigurarea condițiilor de siguranță în funcționare. Se va evita posibilitatea deteriorării fizice a cablurilor electrice și posibilitatea de creare a unor arcuri electrice. Dispozitivele de izolare, redresoarele și tablourile de comandă vor fi amplasate în afara zonelor periculoase, în care se pot produce descărcări sau arcuri electrice.

3.3. Condiții de proiectare pentru protecția anticorozivă cu sisteme peliculare

3.3.1. Protecțiile anticorozive peliculare pentru rezervoare din oțel îngropate trebuie să corespundă criteriilor de performanță cuprinse în tabelul 2 din prezentul ghid.

3.3.2. Prin proiectare, trebuie prevăzute sisteme peliculare ale căror performanțe să asigure comportarea normală în exploatare a rezervoarelor, în condițiile generate de:

- acțiuni ale agenților mecanici (provenite dintr-o exploatare normală);

- acțiuni ale agenților agresivi din mediul exterior (sol): chimici, electrici (curenți de dispersie), microbiologici;
- acțiuni ale agenților agresivi din interior (fluide depozitate);
- aplicarea protecției catodice.

3.3.3. Peliculele utilizate ca protecții anticorozive pentru rezervoare îngropate trebuie să întrunească cel puțin următoarele caracteristici tehnice:

- să fie bune izolatoare electrice;
- să constituie o barieră eficientă împotriva umidității;
- să poată fi aplicate pe suprafața rezervoarelor printr-o metodă ușor de utilizat;
- să prezinte un minimum de defecte la aplicare;
- să aibă o bună aderență la suportul din oțel;
- să reziste dezvoltării unor discontinuități, în timp;
- să-și mențină constantă în timp rezistivitatea electrică;
- să reziste fără a se deteriora, la operațiile de manipulare, transport, depozitare, instalare;
- să reziste fenomenului de desprindere sub influența protecției catodice;
- să fie compatibile cu fluidul depozitat;
- să fie ușor de reparat.

3.3.4. Selectarea sistemelor peliculare de protecție se va face pe baza criteriilor corespunzătoare din subcapitolul 3.4. al prezentului ghid.

3.4. Criterii de alegere a soluțiilor de protecție anticorozivă

Alegerea unor sisteme de protecție anticorozivă performante pentru rezervoarele din oțel îngropate implică stabilirea unor criterii de selecție pentru:

- protecția anticorozivă activă - protecția catodică;
- protecția pasivă - care se realizează prin aplicarea unor sisteme peliculare de protecție anticorozivă.

3.4.1. Criterii de selecție a sistemelor de protecție catodică

Selectarea sistemelor de protecție catodică se face în funcție de următorii factori:

- rezistivitatea solului, compoziția chimică, gradul de aerare și pH-ul acestuia (pentru protecția catodică externă);
- solicitări existente și preconizate ale rezervorului (pentru protecția catodică internă);
- durata de viață preconizată pentru sistemul de protecție catodică, raportată la durata de funcționare estimată pentru rezervor;
- prezența unor curenți de dispersie vagabonzi;
- poziționarea corespunzătoare a anozilor în vederea distribuirii uniforme a curentului de protecție;
- starea rezervorului de protejat: nou sau aflat deja în exploatare, protejat sau neprotejat cu sisteme peliculare;
- capacitatea de a minimiza valoarea curentului de ieșire, astfel încât acesta să nu producă deteriorarea protecției anticorozive peliculare sau interferențe cu structurile îngropate aflate în imediată vecinătate;
- fiabilitatea componentelor sistemului de protecție catodică;
- costul echipamentului, instalării, funcționării și întreținerii sistemului;
- compatibilitatea fluidului depozitat cu anozii și conductorii utilizați.

3.4.2. Criterii și niveluri de performanță ale sistemelor peliculare de protecție anticorozivă

3.4.2.1. Criteriile și nivelurile de performanță care trebuie avute în vedere, la selectarea sistemelor de protecție anticorozivă peliculară, pentru exteriorul rezervoarelor din oțel îngropate, sunt prezentate în tabelul 3. Clasificarea solurilor din punct de vedere al corozivității, în funcție de rezistivitatea lor electrică, este prezentată în tabelul 4.

Tabel 3.

Sisteme peliculare. Criterii și niveluri de performanță

Criterii de performanță	Metodă de determinare	UM	Niveluri de performanță				
			Corozivitatea solului				
			Necoroziv	Slab coroziv	Mediu coroziv	Coroziv	Puternic și foarte puternic coroziv
Aderența la suport-metoda grilei	SR ISO 2409	nivel	1	1	0	0	0
Aderența la suport-metoda smulgerii	SR EN 24624	N/mm ²	Min. 0,5	Min. 0,8	Min. 0,8	Min. 0,8	Min. 0,8
Rezistența la lovire	SR EN ISO 6272	cm	Min. 40	Min. 50	Min. 50	Min. 60	Min. 60
Rezistența la zgârâiere	SR ISO 1518	g	Min. 250	Min. 250	Min. 300	Min. 300	Min. 400
Flexibilitatea pe dorn conic (diametru la care fisurează)	SR EN 6860	cm	Min. 2	Min. 2	Min. 1	Min. 1	Min. 1
Duritatea (pendul Persoz)	SR ISO 1522	s	Min. 70	Min. 70	Min. 70	Min. 70	Min. 70
Porozitatea	STAS 8009	clasa	2P	2P	2P	1P	1P
Rezistența la variații de temperatură	STAS 8393/14 STAS 8393/27	cicluri	Min. 25	Min. 25	Min. 25	Min. 56	Min. 56
Rezistența la desprindere catodică	Confor metodei prezentată în anexa I	mm	8	8	6	0	0
Rezistența la agenți chimici agresivi metoda electrochimică	STAS 11372 (adaptat)	zile	-	-	Min. 28	Min. 28	Min. 28
Rezistența la străpungere	STAS 6107	KV	Min. 28	Min. 30	Min. 50	Min. 80	Min. 80
Rezistența la ceață salină	SR ISO 7253	ore	-	720	720	1440	1440

Tabel 4.
Scala corozivității solurilor, în funcție de rezistivitate

Rezistivitatea solului (ohm cm)	Scala corozivității solului
> 20.000	Necoroziv
10.000 – 20.000	Slab coroziv
5.000 – 10.000	Mediu coroziv
3.000 – 5.000	Coroziv
1.000 – 3.000	Puternic coroziv
< 1.000	Foarte puternic coroziv

3.4.2.2. La selectarea sistemelor peliculare utilizate ca protecții anticorozive interioare, se va ține seama de următorii factori:

- a) Rezistența chimică, în imersie, la acțiunea fluidului depozitat în rezervor- în conformitate cu Acordurile Tehnice și fișele de produs.
 - b) Conținutul ridicat de solide (și redus de solvent); grosime mare de strat, metodă de aplicare corespunzătoare condițiilor de interior; timp de uscarea scurt.
 - c) Avizul sanitar, pentru utilizarea ca protecție la rezervoarele de apă potabilă sau la cele în care se depozitează alte produse de uz alimentar.
 - d) Rezistența la desprindere catodică, pentru cazul în care există protecție catodică interioară.
- La punctele a) - d) menționate mai sus se adaugă, în funcție de condițiile de exploatare, criteriile de performanță cuprinse în tabelul 3.

3.5. Alcătuirea sistemelor de protecție anticorozivă

3.5.1. Alcătuirea sistemelor de protecție catodică

3.5.1.1. Principii de alcătuire pentru sisteme de protecție catodică cu sursă exterioară de curent

- a) Sistemele de protecție cu sursă exterioară de curent utilizează anodi semi-inerți, prin care se „injectează” curent continuu, furnizat de către un redresor conectat la o sursă externă de curent alternativ. Schema de principiu a unui astfel de sistem de protecție catodică este prezentată în [figura 1](#) (Anexa II).
- b) Anozii utilizați sunt din: oțel, grafit, fontă silicioasă cu conținut ridicat de siliciu, titan platinat, tantal.
- c) Materialul anodic trebuie ales așa încât să aibă o densitate de curent optimă, care să determine o durată de exploatare maximă.
- d) Amplasarea anozilor trebuie făcută în așa fel încât :
 - să realizeze o distribuție uniformă a curentului de protecție în jurul rezervorului;
 - sistemul de protecție să nu afecteze amplasamente metalice învecinate.
- e) Numărul anozilor instalați va fi determinat de curentul total de protecție necesar protecției rezervorului și de densitatea de curent a materialului anodic selectat.
- f) Dimensiunile anozilor vor fi alese în funcție de mărimea rezervorului de protejat.
- g) Anozii se vor instala într-un material de umplură carbonic. Dacă materialul de umplură este instalat corect, majoritatea curentului ajuns la anod este condus la materialul de umplură prin contact electric. Aceasta determină consumarea materialului de umplură în loc de consumarea anodului, realizându-se astfel creșterea duratei de viață a anodului. Materialul de umplură tinde să reducă rezistența circuitului total, prin scăderea rezistenței anod-sol.
- h) Toți anozii se leagă în paralel prin cabluri izolate electric.
- i) Concomitent cu execuția îngropărilor anodice se fac legăturile electrice la anodi prin conductori izolați electric.
- j) Toți conductorii anodici și cablurile de legătură vor fi verificați, sub aspectul izolației, înainte de pozarea lor în materialul de umplură sau în pământ.
- k) Instalarea conductorilor anodici îngropați se va face evitându-se deteriorarea izolației electrice. Materialul de umplură din jurul conductorilor nu trebuie să conțină rocă și/sau corpuri străine care ar putea provoca deteriorarea izolațiilor electrice, la instalare.
- i) Pentru protecțiile catodice interioare, sistemele cu sursă externă de curent pot fi folosite în orice tip de apă (sau alt mediu coroziv), dar sunt recomandate în special pentru apele cu rezistivitate ridicată; ele necesită o monitorizare mai atentă decât cele cu anodi de sacrificiu.
- m) Sistemele cu redresare automată de potențial scad riscul apariției unui curent inferior celui de protecție, sau a unui curent mult superior, care poate deteriora protecția peliculară. Anozii vor fi prevăzuți cu conductori individuali de legare la redresor, pentru controlul și măsurarea curentului de ieșire pentru fiecare anod.

3.5.1.2. Principii de alcătuire pentru sisteme de protecție catodică cu anodi de sacrificiu

a) Sistemele de protecție cu anozii de sacrificiu utilizează ca anozii metale cu potențial mai negativ în seria electrochimică decât metalul de protejat. Anodul este conectat electric la structura metalică îngropată (în cazul în speță - rezervorul). Se formează astfel o celulă de coroziune galvanică, în care anodul se corodează (este „sacrificat”), iar structura metalică (rezervorul), cu rol de catod, este protejată. Curentul de protecție care pătrunde în structură este opus, ca semn și are o valoare mai mare decât orice posibil curent de coroziune, prevenindu-se, astfel, apariția coroziunii. Schema de principiu a unui astfel de sistem de protecție catodică este prezentată în [figura 2](#) (Anexa II).

b) Sistemele cu anozii de sacrificiu se utilizează atât pentru protecția catodică externă cât și pentru cea internă a rezervoarelor. Metoda cu anozii de sacrificiu se folosește în cazurile care necesită o intensitate scăzută a curentului de protecție. Domeniul de utilizare este limitat de valorile reduse ale potențialelor de polarizare și curenților de ieșire. Metoda se utilizează cu precădere la instalarea sistemelor noi de protecție, pentru rezervoare protejate cu sisteme anticorozive peliculare.

c) În cazul rezervoarelor compartimentate, pentru care se prevede protecție interioară, se instalează cel puțin câte un anod în fiecare compartiment expus fluidului coroziv, cât mai aproape de centrul rezervorului. Dacă rezervoarele nu sunt concepute din proiectare astfel încât să permită protecția catodică interioară, este necesară modificarea sau reproiectarea interiorului acestora.

3.5.1.3. Cerințe tehnice referitoare la anozii de sacrificiu

a) Anozii de sacrificiu sunt de trei tipuri și se utilizează astfel:

- anozii din aliaje de magneziu cu potențial de polarizare mare (1,6 V) - pentru soluri cu rezistivități ridicate sau pentru soluri cu concentrații mari de carbonați, bicarbonați sau fosfați;
- anozii standard din aliaje de magneziu;
- anozii din zinc (- 1,1V) - pentru soluri cu rezistivități scăzute.

b) Anozii de sacrificiu trebuie să fie disponibili într-o gamă diversă de dimensiuni și greutatea pentru a corespunde cerințelor proiectanților, referitoare la intensitatea curentului de ieșire și durata de viață. Anozii sunt, din fabricație, pre-protejați cu pastă de umplutură chimică specială, necesară pentru funcționarea corespunzătoare în sol. Aceasta asigură funcționarea eficientă și prelungește durata de viață a anozilor, păstrând, totodată umiditatea în mediul din jurul anozilor.

c) Numărul anozilor de sacrificiu necesari pentru protecția catodică a unui rezervor se stabilește, în primul rând, în funcție de necesitățile curentului total. De asemenea trebuie luată în calcul distribuția de distribuție a curentului; acolo unde este necesară utilizarea mai multor anozii, distribuția uniformă a curentului se va realiza prin distribuția uniformă a acestora în jurul rezervorului.

d) Factorii care determină numărul, greutatea și forma anozilor pentru sistemele catodice de protecție interioară sunt:

- aria zonei de oțel neprotejat;
- densitatea de curent necesară;
- curentul de ieșire necesar la anozii;
- configurația rezervorului;
- durata de viață estimată pentru sistem.

e) Necesarul de densitate de curent, este cuprins, de regulă, între 54 și 430 mA/m² pentru oțelul neprotejat imersat în apă. Dacă apa conține depolarizanti (H₂S sau O₂), sunt necesare densități mai mari de curent pentru menținerea protecției.

f) În cazul utilizării anozilor de sacrificiu pentru protecția interioară a rezervoarelor în care se depozitează saramuri tehnologice cu rezistivitate scăzută, curenții de ieșire vor fi controlați prin introducerea de rezistențe variabile în circuitul exterior, sau prin peliculizarea parțială a anozilor, pentru a controla expunerea metalului activ.

3.5.1.4. Cerințe tehnice referitoare la legăturile electrice și izolație pentru sisteme de protecție catodică cu anodi de sacrificiu

a) Între rezervorul de protejat și conductorii care merg spre anodi trebuie asigurată o conexiune cu rezistență electrică scăzută.

b) Conexiunile mecanice vor fi realizate astfel încât să nu provoace creșterea rezistenței efective a conductorilor în circuit și să limiteze, în acest mod, valoarea curentului anodic.

c) Toate conexiunile dintre suprafața metalică a rezervorului și conductorii, expuse mediului, vor fi hidroizolate și acoperite cu material electro-izolator, pentru a se evita apariția coroziunii bimetalice între conductorii anodici de cupru și oțelul rezervorului, în cazul în care, în timpul exploatarei, anodul de sacrificiu ar ceda.

d) Rezervorul protejat va fi izolat electric de alte structuri metalice, inclusiv de conducte și cabluri electrice, deoarece curentul de ieșire, în cazul anozilor de sacrificiu, este limitat, iar proiectele de protecție catodică nu asigură un curent de protecție suficient pentru protejarea structurilor îngropate din vecinătate. Izolația electrică va fi prevăzută prin proiect.

3.5.2. Alcătuirea sistemelor peliculare de protecție anticorozivă

3.5.2.1. Soluția optimă de protecție anticorozivă, pentru majoritatea rezervoarelor îngropate constă în: aplicarea protecției catodice cu sursă externă de curent și/sau a unui sistem pelicular de protecție, pentru exteriorul rezervorului și aplicarea unui sistem pelicular de protecție, asociat, dacă este cazul, cu protecția catodică cu anodi de sacrificiu, pentru interiorul rezervorului.

3.5.2.2. În general, sistemele de protecție anticorozivă peliculare au următoarea alcătuire:

- strat primar (grund);
- strat(uri) intermediar(e) (strat de nivelare, vopsea);
- strat(uri) de finisare (vopsea, email).

3.5.2.3. Selectarea materialelor peliculogene care intră în alcătuirea sistemelor de protecție se face în funcție de criteriile precizate în subcapitolul 3.4.2.

3.5.2.4. În tabelul 5 este prezentată alcătuirea sistemelor peliculare de protecție recomandate pentru protecția exterioară a rezervoarelor. La alegerea materialelor componente se vor avea în vedere prevederile din *Agrementele Tehnice*, pentru performanțele produselor.

Tabelul 5.

Sisteme peliculare de protecție pentru exteriorul rezervoarelor

Nr. ctr.	Materiale de bază ale sistemului de protecție	Grosimea totală minimă a sistemului de protecție microni
1.	Rășini epoxidice cu gudron (vopsele de tip epoxi-gudron) ³	150
2.	Rășini epoxi-poliaminice	200
3.	Rășini epoxi-poliaminice	200
4.	Produse pe bază de clorcauciuc	150

³ Se utilizează inclusiv sub hidroizolații

3.5.2.5. Sistemele peliculare de protecție pentru interiorul rezervoarelor se pot realiza, în funcție de condițiile de exploatare și de natura produsului depozitat, în următoarele variante, conform tabelului 6.:

- sisteme peliculare subțiri
- sisteme peliculare groase
- sisteme armate.

Tabelul 6.

Sisteme peliculare de protecție pentru interiorul rezervoarelor

Tipul sistemelor	Grosimea totală minimă a sistemului de protecție, microni ⁴	Materialele de bază ale sistemului de protecție ⁵
Sisteme peliculare subțiri	150	Rășini epoxidice cu gudron (vopsele de tip epoxi-gudron)
		Rășini epoxi poliaminice
		Rășini epoxi- poliamidice
		Rășini epoxi-poli-amidoaminice
		Rășini epoxidice cu pulbere de zinc (grunduri) + rășini epoxidice (straturi intermediare și finale)
		Polisiloxani
		Silicați anorganici de zinc (grunduri) + rășini epoxidice (straturi intermediare și finale)
Sisteme peliculare groase	250	Rășini epoxi- poliaminice
		Rășini vinil-esterice
		Poliesteri izoftalici
		Rășini polisulfidice (simple sau compoundate)
Sisteme armate ⁶	350	Rășini epoxi- poliaminice
		Poliesteri izoftalici
		Vinii esterici

⁴ Numărul de straturi în care se aplică, materialele pentru atingerea grosimii corespunzătoare depinde de receptură și de metoda de aplicare.

⁵ La alegerea materialelor componente se vor avea în vedere prevederile din Acordurile Tehnice, pentru performanțele produselor, cu referire la exploatarea în stare imersată

⁶ Armarea se face cu : țesătură sau împâslitură din fibre de sticlă

3.5.2.6. Pentru îmbinări (în special pentru suduri) se va aplica cel puțin un strat suplimentar de protecție peliculară.

[\[top\]](#)

4. CERINȚE REFERITOARE LA EXECUȚIA PROTECȚIILOR ANTICOROZIVE

4.1. Cerințe referitoare la instalarea și verificarea eficacității protecțiilor catodice

4.1.1. Instalarea protecției catodice va fi făcută în conformitate cu proiectul și specificațiile de construcție.

4.1.2. Toate sistemele de protecție catodică vor fi puse în operă sub supravegherea unui personal pregătit și calificat pentru a verifica dacă instalarea sistemului de protecție catodică se face în strictă conformitate cu specificațiile și proiectele. Excepțiile de la acestea pot fi făcute numai cu aprobarea unui personal calificat responsabil cu controlul coroziunii.

4.1.3. Cerințe referitoare la instalarea protecției catodice cu anozii de sacrificiu

a) Anozii de sacrificiu care urmează a fi utilizați vor fi verificați pentru a se asigura că sunt conform cu specificațiile din proiect din punct de vedere al dimensiunilor și configurației geometrice și că nu au suferit deteriorări în timpul manevrărilor.

b) Se va verifica starea conductorilor metalici ai anozilor pentru a se asigura că nu au suferit deteriorări.

c) Anozii vor fi instalați conform specificațiilor de construcție.

d) Anozii vor fi înconjurați cu sol natural, compactat. Când anozii și umplutura chimică specială sunt furnizate separat, anozii vor fi centrați în umplutura specială care va fi compactată înainte de înconjurarea cu sol natural. Conductorii metalici vor fi manipulați astfel încât să nu sufere deteriorări în timpul procesului de amplasare în umplutură.

e) Se va asigura că materialul de umplutură înconjoară complet anozii.

f) Dacă rezervoarele metalice îngropate noi, sunt prevăzute din fabrică cu sistem de protecție catodică cu anozii de sacrificiu, cerințele de curent de protecție vor fi minimizate prin aplicarea din fabrică a unor acoperiri anticorozive. Anozii de sacrificiu atașați vor avea greutatea și mărimea determinate de suprafața rezervorului de protejat. Rezervoarele vor fi izolate electric printr-un sistem de flanșe, pentru a preveni coroziunea datorată curenților rezultați din contactul electric dintre rezervor și conductele metalice atașate. Beneficiarul/proiectantul va compara condițiile prezente la locurile de instalare propuse cu condițiile în care protecția anticorozivă este asigurată de sistemul instalat prin fabricare.

g) Rezervoarele cu sisteme de protecție catodică instalate din fabricație vor fi manevrate cu grijă în timpul transportului și instalării, în scopul protejării acoperirii existente pe suprafața rezervorului de eventuale deteriorări și al evitării ruperii anozilor.

4.1.4. Cerințe referitoare la instalarea protecției catodice cu sursă exterioară de curent

a) Se va verifica sursa generatoare de curent pentru a se asigura că legăturile interne nu sunt deteriorate. Valoarea puterii necesare instalației va fi cea prevăzută în specificațiile de construcție.

b) Anozii folosiți la protecția catodică cu sursă exterioară de curent vor fi verificați pentru a se asigura că au fost respectate prevederile specificațiilor de construcție, în ceea ce privește materialul anodic și mărimea anozilor, precum și lungimea conductorilor metalici.

4.1.5. Cerințe referitoare la eficacitatea funcționării protecției catodice la instalare

Stabilirea funcționării corespunzătoare a sistemului de protecție catodică se face în baza următoarelor criterii:

a) Un potențial catodic de minimum - 0,85 V, măsurat între suprafața rezervorului și un electrod de referință de Cu/CuSO₄ în contact cu solul. Determinarea acestui potențial se face cu aplicare de curent de protecție (cu sursa de curent pornită) - potențial „ON”. Toate

determinările trebuie să ia în calcul căderile de potențial care apar, în afara celei rezervor/electrolit, pentru o interpretare corespunzătoare a datelor.

b) Un potențial de polarizare catodică de cel puțin - 0,85 V, raportat la un electrod de referință de Cu/CuSO₄. Determinarea se efectuează cu sistemul de protecție catodică închis, imediat după închiderea acestuia - potențial „OFF”. Potențialul „OFF” al rezervoarelor (măsurat după cel puțin 3s și cel mult 30s după decuplare) trebuie să fie cel puțin egal cu valoarea potențialului de protecție pentru oțel, măsurat față de electrodul Cu/CuSO₄, astfel:

- potențial de protecție în mediu aerob: - 850 mV
- potențial de protecție în mediu anaerob: - 950 mV
- limita de supraprotecție: - 1250 mV

Limita de supraprotecție nu trebuie depășită pentru a se evita efectele dăunătoare asupra izolației rezervorului.

c) O deplasare (variație) a potențialului de polarizare de minimum 100 mV, măsurată între suprafața rezervorului și un electrod de referință stabil, în contact cu solul. Determinarea se efectuează astfel: se măsoară potențialul rezervorului în raport cu electrodul Cu/CuSO₄ după ce curentul de protecție catodică a fost oprit. Curba potențialului în funcție de timp are o parte cu o scădere ohmică instantanee și o parte cu o evoluție lentă. Protecția catodică este considerată eficace dacă depolarizarea, adică diferența între potențialul „OFF” și potențialul măsurat după un timp, de exemplu, după 4 ore, este de cel puțin 100 mV.

d) O variație a potențialului rezervorului de cel puțin 300 mV la aplicarea curentului de protecție catodică indică eficacitatea protecției.

4.1.6. La instalarea dispozitivelor care alcătuiesc sistemul de protecție catodică, vor fi înregistrate, într-un mod clar, precis și ușor utilizabil, următoarele date:

4.1.6.1. Pentru sistemele cu sursă exterioară de curent:

- a) amplasarea și data punerii în funcțiune;
- b) numărul, tipul și mărimea anozilor, adâncimea de amplasare, natura materialului de umplură și distanța dintre anozii;
- c) specificații referitoare la sursa de curent;
- d) rezultatele testelor de interferență și părțile implicate în rezolvarea problemelor referitoare la interferență, dacă acestea apar.

4.1.6.2. Pentru sistemele cu anozii de sacrificiu

- a) amplasarea și data punerii în funcțiune;
- b) numărul, tipul și mărimea anozilor, adâncimea de amplasare, natura materialului de umplură și distanța dintre anozii, în cazul în care aceștia nu sunt instalați din fabricație.

4.2. Cerințe referitoare la execuția protecțiilor anticorozive peliculare

4.2.1. Punerea în operă a protecțiilor anticorozive peliculare cuprinde următoarele faze de execuție :

- pregătirea suprafeței suport;
- pregătirea materialelor de protecție;
- aplicarea materialelor de protecție.

4.2.2. Pregătirea suportului constă în :

- curățarea și asperizarea suprafeței prin procedee mecanice: sablare, periere mecanică etc;
- desprăfuire, prin aspirare sau prin suflare cu aer comprimat (uscat și fără ulei);
- degresare cu solvenți organici care nu lasă urmă grasă (numai atunci când este necesar);
- curățarea cu apă și detergent și/sau cu apă sub presiune;
- uscarea suprafeței (dacă aceasta prezintă urme de condens).

Observație:

Pentru curățarea suprafețelor interioare ale rezervoarelor aflate în exploatare se vor prevedea, în caietul de sarcini, instrucțiuni clare referitoare la modul de lucru, măsuri de siguranță și protecția muncii și de prevenire a incendiilor.

4.2.3. Pregătirea materialelor de protecție

Pregătirea materialelor de protecție, la locul de aplicare, constă în:

- condiționarea materialelor (aducerea materialelor în condițiile de temperatură impuse pentru aplicare);
- omogenizarea componentilor în ambalajele originale;
- dozarea componentilor, în conformitate cu proporțiile indicate în fișa tehnică a materialului de protecție și numai în cantități corelate cu timpul de lucrabilitate a acestuia;
- omogenizarea materialului ce urmează a fi aplicat, cu respectarea ordinii, timpului și modului de amestecare a componentilor, conform instrucțiunilor de lucru.

4.2.4. Aplicarea materialelor de protecție

a) Aplicarea succesivă a straturilor de protecție din alcătuirea sistemelor de protecție anticorozivă prevăzute la pct. 4.2., se va realiza conform prevederilor din proiectul de execuție și caietele de sarcini.

Se vor respecta indicațiile producătorului de materiale de protecție, referitoare la:

- asigurarea condițiilor de microclimat (temperatura mediului de aplicare, umiditatea relativă a aerului, absența noxelor etc.) ;
- asigurarea condițiilor impuse suportului (umiditate, temperatură etc);
- modul de aplicare a materialelor de protecție (manual sau mecanizat);
- timpul de uscare/reticulare;
- intervalul de reacoperire;
- verificarea, înainte aplicării stratului următor, a calității peliculei uscate (culoare, continuitate, aderență, grosime de strat) prin măsurători nedistructive;
- verificarea protecției aplicate și eventuale remedieri;
- timpul și condițiile de păstrare până la darea în exploatare a protecției.

b) Pentru rezervoarele aflate în exploatare sistemele peliculare de protecție anticorozivă vor fi aplicate, pe suprafețele interioare, respectându-se cu strictețe măsurile de siguranță și de protecție a muncii precum și cele de PSI.

c) Înaintea începerii lucrărilor de protecție anticorozivă, se va realiza o suprafață etalon cu sistemul de protecție adoptat, avizată de proiectant și beneficiar.

4.2.5. Condiții de verificare a calității lucrărilor de protecție anticorozivă

a) Verificarea calității lucrărilor de protecție anticorozivă a rezervoarelor din oțel se realizează în conformitate cu prevederile documentației de execuție și a fișelor tehnice ale materialelor de protecție, atât pentru fazele intermediare, cât și pentru întregul sistem de protecție anticorozivă aplicat.

b) În cazul în care unitatea executantă are sistem propriu de conducere și asigurare a calității, atunci aceste lucrări vor face obiectul respectivului sistem (proceduri de execuție, plan de control al calității etc).

c) Pentru asigurarea calității lucrărilor de protecție anticorozivă a rezervoarelor din oțel se impun următoarele etape: recepția materialelor de protecție; păstrarea și depozitarea materialelor; controlul calității la punerea în operă; recepția lucrărilor de protecție anticorozivă executate.

c. 1) Recepția materialelor de protecție se bazează, în primul rând, pe certificatele de calitate și termenele de valabilitate emise de producător, pentru fiecare lot de materiale. Controlul de calitate pentru materialele de protecție, care să ateste conformitatea cu documentația producătorului, se execută pe șantier, de către personal specializat și atestat, sau în institute/laboratoare specializate. Controlul de calitate cuprinde verificarea principalelor

caracteristici prevăzute în agrementele tehnice, fișele tehnice ale materialelor de protecție și certificatele de calitate pe lot de produs.

c.2) Păstrarea și depozitarea materialelor de protecție.

Condițiile de păstrare și depozitare a materialelor care alcătuiesc sistemele peliculare de protecție anticorozivă sunt precizate de producătorul acestora prin fișele tehnice ale materialelor. În general, trebuie respectate următoarele condiții de depozitare:

- componenții în stare lichidă se depozitează în ambalaje originale, în spații închise, ventilate și la temperaturi cuprinse între + 5°C și + 3° C;
- componenții în stare solidă se depozitează în ambalaje originale, în spații închise și uscate (umiditatea relativă a aerului maximum 70 %).

c.3) Controlul calității la punerea în operă a protecțiilor anticorozive a rezervoarelor din oțel se efectuează de către coordonatorul lucrărilor de execuție sau de către un reprezentant al acestuia, în conformitate cu prevederile documentației de execuție și a fișelor tehnice ale materialelor de protecție, respectându-se următoarele etape și cerințe:

- asigurarea utilajelor, sculelor și dispozitivelor necesare, a spațiilor de acces sau necesare pentru protecția muncii;
- asigurarea condițiilor de microclimat necesare pregătirii materialelor, dacă în fișele tehnice ale producătorului nu se fac alte precizări, condițiile trebuie să fie următoarele: temperatura cuprinsă între + 5°C și +30°C, umiditatea relativă a aerului maxim 70 %;
- condiționarea materialelor, cu cel puțin 24 ore înainte de preparare și aplicare; materialele trebuie aduse din spațiile de depozitare și menținute la temperaturi cuprinse între + 15°C și + 25°C;
- asigurarea calității stratului suport, care trebuie să îndeplinească următoarele condiții: umiditatea – conform fișelor tehnice ale produselor; temperatura - cu cel puțin + 3°C mai mare decât temperatura punctului de rouă;
- respectarea strictă a următoarelor cerințe la aplicarea straturilor de protecție:
compozițiile și dozajele;
timpul de lucrabilitate;
modul de aplicare;
timpul și condițiile de păstrare pe perioada de reticulare;
timpul de reticulare;
intervalul de reacoperire;
aderența și continuitatea, pe toată suprafața.

c.4) Recepția lucrărilor de protecție anticorozivă a rezervoarelor din oțel se va executa, în comun, de către beneficiar, proiectant și executant, în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare. Se vor avea în vedere următoarele:

- aspectul suprafețelor protecțiilor anticorozive aplicate (care trebuie să fie continui, uniforme, aderente la suport, fără bășici, încrețituri, fisuri, exfolieri sau alte defecte), consemnate atât pe etape, prin procese verbale de lucrări ascunse, cât și pentru toată protecția, prin procese verbale de recepție;
- consemnarea acestor date în documentele de recepție a lucrărilor.

[\[top\]](#)

5. CERINȚE PRIVIND URMĂRIREA COMPORTĂRII ÎN EXPLOATARE A SISTEMELOR DE PROTECȚIE ANTICOROZIVĂ

5.1. Funcționarea și verificarea funcționării în timp a sistemelor de protecție catodică

5.1.1. Pentru asigurarea realizării unei protecții catodice în conformitate cu criteriile stabilite și a unei funcționări corespunzătoare a acesteia, la instalare se vor efectua inspecții ale sistemului și măsurătorile electrice necesare, conform proiectului.

5.1.2. Întrucât factorii care afectează protecția sunt supuși modificărilor în timp, se vor face modificările/ajustările corespunzătoare în sistemul de protecție catodică, în vederea menținerii protecției anticorozive. Pentru a detecta modificările care pot apărea în funcționarea sistemului de protecție catodică se vor efectua măsurători periodice, conform unui grafic stabilit de către proiectant. Acolo unde este cazul (în conformitate cu experiențe anterioare similare), se pot efectua teste și verificări mai frecvente decât cele prevăzute prin grafic.

5.1.3. Dacă funcționarea instalațiilor corespunzătoare sistemelor de protecție catodică este întreruptă (deliberat sau neintenționat), ea trebuie reluată de îndată ce acest lucru este posibil, pentru a se evita daunele produse prin coroziune pe perioade extinse de conservare.

5.1.4. Imediat după aplicarea sau repunerea în funcțiune a protecției catodice se vor face măsurătorile necesare pentru a se stabili dacă sistemul funcționează la parametrii corespunzători. Polarizarea corespunzătoare stării staționare se poate atinge în termen de câteva luni de la punerea în funcțiune. Monitorizarea funcționării va cuprinde următoarele determinări:

potențialul rezervor/sol;

valoarea curentului anodic;

continuitatea izolației conducte/rezervor, dacă protecția se aplică separat;

potențialul structură/sol pentru structuri învecinate;

funcționarea în parametrii stabiliți a redresoarelor,

voltmetrelor, ampermetrelor din sistemul de protecție.

5.1.5. Se va efectua verificarea anuală a protecției catodice pentru a se asigura de eficacitatea acesteia. Măsurătorile electrice folosite pentru verificare pot include una sau mai multe din măsurătorile menționate mai sus.

5.1.6. Toate sursele de curent exterioare vor fi verificate la intervale nu mai mari de două luni. Funcționarea corectă a sistemului de protecție poate fi evidențiată prin valoarea curentului de ieșire, consumul normal de putere, un semnal care indică funcționarea normală sau starea electrică satisfăcătoare a structurii de protejat. Un rezultat satisfăcător la compararea verificării la două luni a funcționării redresorului cu cea anuală indică faptul că starea de protecție a rezervorului este constantă. Aceasta nu implică luarea în calcul a efectelor surselor de curenți vagabonzi.

5.1.7. Toate sursele generatoare de curent de protecție vor fi verificate anual. Verificările vor face parte dintr-un program de întreținere pentru a minimiza întreruperile în funcționare.

5.1.8. Eficiența dispozitivelor de izolare, continuitatea electrică și izolatorii vor fi evaluate în timpul verificărilor periodice. Aceasta se poate realiza prin verificări la fața locului sau prin evaluarea datelor din testele de coroziune.

5.1.9. Se vor lua măsuri de remediere dacă testele și verificările periodice indică o protecție neadecvată în conformitate cu criteriile aplicate. Aceste măsuri pot include următoarele:

a) repararea, înlocuirea sau adaptarea componentelor sistemului de protecție catodică;

b) instalarea de surse suplimentare, dacă este necesară o protecție suplimentară;

c) remedierea continuității electrice;

d) eliminarea contactelor metalice accidentale;

e) repararea sau înlocuirea dispozitivelor de izolare electrică;

f) drenarea curenților de dispersie vagabonzi.

5.1.10. Pentru verificarea funcționării în timp a sistemelor de protecție catodică vor fi înregistrate următoarele date:

a) reparațiile efectuate, pentru redresoare sau alte surse de curent;

b) repararea sau înlocuirea anozilor, legăturilor electrice și cablurilor;

c) întreținerea, repararea și/sau înlocuirea protecțiilor peliculare.

5.1.11. Înregistrările referitoare la eficacitatea protecției catodice vor fi menținute pe o perioadă de cinci ani, dacă între proiectant și beneficiar nu se stabilește o perioadă mai scurtă.

5.2. Urmărirea comportării în exploatare a protecțiilor peliculare

5.2.1. Asigurarea urmării comportării în timp, în condiții normale de exploatare a sistemelor peliculare de protecție anticorozivă aplicate pe interiorul rezervoarelor din oțel îngropate se va face prin grija beneficiarilor, la intervale de timp stabilite de către proiectant, în funcție de natura materialelor de protecție utilizate și agresivitatea fluidului depozitat în rezervor.

5.2.2. Urmărirea comportării în timp a sistemelor peliculare de protecție anticorozivă se referă la verificarea aspectului acestora și la aprecierea gradului de degradare, în funcție de: intensitatea, numărul și dimensiunea tipurilor de defecte sesizate, conform grupului de standarde SRISO 4628 .

5.2.3. Comportarea corespunzătoare în timpul exploatării a peliculelor se verifică și prin urmărirea curentului de protecție; înregistrarea unei creșteri semnificative a acestuia indică o deteriorare a acoperii peliculare.

5.2.4. Necesitatea remedierii protecțiilor peliculare și modalitățile de realizare a acestora vor fi stabilite de către un specialist în domeniul protecției anticorozive, pentru fiecare caz în parte.

[\[top\]](#)

6. MĂSURI PRIVIND PROTECȚIA ȘI IGIENA MUNCII ȘI MĂSURI PSI

6.1. Măsuri privind protecția și igiena muncii

6.1.1. Măsurile privind protecția și igiena muncii vor fi cuprinse, în mod obligatoriu, în documentația de execuție întocmită de proiectant. Aceste măsuri se vor baza, în funcție de tipul protecțiilor anticorozive proiectate, pe prevederile indicate de producătorii materialelor de protecție, precum și pe următoarele reglementări tehnice în domeniu în vigoare:

Legea 90/1996 - Legea protecției muncii republicată în temeiul art. III din legea 177 din 18 oct. 2000;

Normele generale de protecția muncii, elaborate de

Ministerul Muncii și Protecției Sociale în colaborare cu Ministerul Sănătății - 1996;

Norme specifice de securitate a muncii pentru la

boratoarele de analize fizico-chimice și mecanice, aprobate prin Ordinul nr. 339/1996 al MMPS;

Regulamentul privind protecția și igiena muncii,

aprobat cu Ordinul nr. 9/N/1 5.03.1993 al MLPAT;

Normativul cadru de acordare și utilizare a echipamentului individual de protecția muncii, aprobat cu Ordinul nr. 225/1995.

6.1.2. În afara reglementărilor tehnice menționate se fac și următoarele precizări:

a) se interzice vopsirea interiorului rezervoarelor, fără să se asigure ventilația și iluminatul antiexplozie necesare în timpul executării lucrărilor;

b) muncitorii care execută protecțiile anticorozive, precum și persoanele care supraveghează lucrul trebuie să poarte costume speciale și mănuși speciale de protecție;

c) la întreruperea lucrului, muncitorii trebuie să-și curețe mâinile cu solvenți adecvați, după care se spală cu apă cu detergent sau săpun și se ung cu o cremă emolientă; aceste operațiuni se desfășoară în afara ariei de lucru;

d) păstrarea alimentelor și consumul lor la locul de muncă sunt strict interzise.

6.1.3. Dacă descărcarea sau încărcarea rezervoarelor se face prin guri de alimentare mobile, metalul gurilor de descărcare trebuie să fie pus la pământ înainte de a se proceda la umplere sau golire. Dacă nu se respectă această prescripție, se pot produce scântei între gura de încărcare și metalul cisternei. Pentru o mai mare siguranță, este bine să se introducă flanșe izolante, care separă electric instalația de manevră sau rampa de încărcare de restul conductelor de legătură la rezervoare.

6.1.4. Personalul din exploatare va fi instruit să nu execute lucrări de montare/demontare la rezervoare/instalații de depozitare înainte de a se întrerupe curentul de protecție chiar de la sursa de alimentare (redresor).

6.2. Măsuri privind prevenirea și stingerea incendiilor

6.2.1. Măsurile privind prevenirea și stingerea incendiilor vor fi cuprinse, în mod obligatoriu, în documentația de execuție întocmită de proiectant. Aceste măsuri vor fi bazate, în funcție de tipul protecțiilor anticorozive ale elementelor de construcții, pe prevederile indicate de producătorii materialelor de protecție, precum și pe următoarele reglementări tehnice în domeniu în vigoare:

O.G.R. nr. 60/1997 privind apărarea împotriva incendiilor, aprobată prin Legea nr. 212/1997; Normele gene

rale de prevenire și stingere a incendiilor, aprobate cu Ordinul MI nr. 775/1998;

Norme tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția la acțiunea focului - indicativ P118-99;

Normativ de prevenire și stingere a incendiilor pe

durata executării lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, indicativ C 300, aprobat cu Ordinul nr. 20 N/94 al MLPAT;

Dispoziția generală de ordine interioară privind prevenirea și stingerea incendiilor DGPSI 001 - aprobată cu

ordinul M.I. nr. 1023/1999;

Dispoziția generală privind instruirea în domeniul prevenirii și stingerii incendiilor DGPSI 002 – aprobată cu ordinul M.I. nr. 1080/2000;

NP 004-2000 Normativ pentru proiectarea, executarea,

exploatarea, dezafectarea și post-utilizarea stațiilor de distribuție a carburanților la autovehicule, aprobat cu Ordinul MLPAT/166/N/28.07.2000.

6.2.2. În afara reglementărilor tehnice menționate se fac și următoarele precizări:

a) în spațiile de lucru, pe toată durata executării lucrărilor de protecții anticorozive sunt interzise fumatul sau aprinderea vreunui foc, iar instalațiile electrice (cabluri, echipamente etc.) trebuie să fie corespunzătoare cerințelor pentru utilizarea în atmosferă potențial explozivă;

b) se interzice folosirea, pentru ștergerea suprafețelor, a materialelor din fibre sintetice sau lână, care pot produce scânteii datorită încărcărilor electrostatice prin frecare.

[\[top\]](#)

ANEXA I

METODE DE DETERMINARE A DESPRINDERII CATODICE A ACOPERIRILOR

Metodele prezentate în această anexă se referă la proceduri accelerate, utilizate în general pentru testarea rezistenței la desprindere catodică a acoperirilor aplicate pe orice tip de construcții metalice (rezervoare, conducte etc.) îngropate sau imersate protejate catodic. Ca epruvete metalice-suport pentru teste pot fi utilizate atât plăcuțe metalice, cât și tronsoane de țeava. Metodele A și B prezentate în continuare se referă la conducte deoarece testele se fac cu predilecție pentru acestea.

I. Scop

Metodele A și B reprezintă proceduri accelerate de testare pentru determinarea simultană și comparativă a caracteristicilor sistemelor de acoperire izolatoare aplicate pe exteriorul structurilor/ conductelor din oțel, în scopul prevenirii sau micșorării riscului de apariție a coroziunii la conductele/rezervoarele îngropate, la care se poate sau nu aplica protecție catodică. Ca epruvete de testare se utilizează tronsoane de conducte protejate prin acoperire, (din producția de serie, pentru conductele protejate prin uzinare). Metodele se aplică probelor pentru care acoperirea este destinată să funcționeze ca barieră electrică/strat de izolație electrică.

II. Importanță

Fisurile sau defectele potențial existente în acoperirile de protecție anticorozivă de pe conducte expun suprafețele acestora unei posibile coroziuni, sub acțiunea umidității din sol. Deteriorarea acoperirilor este aproape inevitabilă în timpul transportului și manipulării conductelor.

Potențialele electrice corespunzătoare solurilor normale, ca și potențialele aplicate prin protecție catodică pot provoca slăbirea aderenței unei acoperiri, sau chiar desprinderea acesteia, pornind de la marginile defectelor existente, măbind, în unele cazuri dimensiunile acestora.

Chiar apariția unor defecte/vacanțe în acoperire poate fi condiționată de existența unor astfel de potențiale electrice. Cum acoperirea aparent slăbită și defectele produse de protecția catodică pot să nu aibă ca efect imediat coroziunea, în condiții efective de exploatare, acest tip de teste asigură condiții accelerate de producere a slăbirii aderenței și desprinderii acoperirii și dau astfel o măsură a rezistenței acoperirilor la acest tip de solicitări.

Efectele testelor pot fi evaluate fie utilizând metode fizice de examinare, fie prin monitorizarea curentului electric în timpul testului, fie prin ambele metode. În general, nu există nici o posibilitate de corelare între cele două metode de evaluare, dar ambele sunt semnificative.

Examinarea prin metode fizice uzuale presupune evaluarea contactului efectiv al acoperirii cu suprafața metalică, în termenii diferențelor observate în aderența relativă a porțiunilor de acoperire din zonele marginale. S-a stabilit că în general, pe porțiunile supuse tensiunii electrice, deteriorarea se propagă de la defectul inițial către o limită la care acoperirea cu aderența diminuată se desprinde efectiv, față de aria de contact inițială dintre acoperire și suprafața metalică a probei, înaintea aplicării tensiunii electrice.

Premisele de la care se pleacă în interpretarea rezultatelor testelor sunt următoarele:

- orice zonă caracterizată printr-o aderență mai slabă este numai efectul solicitării electrice și nu poate fi atribuită unui defect de aplicare;
- capacitatea acoperirii de a rezista la desprindere catodică este o calitate de dorit, dar desprinderea în sine nu implică în mod necesar o calitate slabă a acoperirii;
- orice tip uzual de acoperire se va desprinde, după un anumit timp, într-un anumit grad, aceasta furnizând o bază de apreciere comparativă a performanțelor acoperirilor;
- gradul de aderență la suprafața metalică are o importanță mai mare pentru anumite acoperiri decât pentru altele, același grad de desprindere măsurat pentru două sisteme de acoperire diferite neindicând o scădere echivalentă a capacității de protecție anticorozivă;
- cantitatea de curent din celula de testare este un indicator relativ al gradului de extindere a suprafețelor ce necesită protecție împotriva coroziunii; densitățile de curent ce apar în cursul acestui test sunt mult mai mari decât cele necesare în mod obișnuit pentru protecția catodică în soluri naturale.

III. Principiul metodelor

Metodele constau în supunerea acoperirilor de pe epruvetele de testat, imersate în soluții de electroliți alcalini cu conductivitate ridicată, acțiunii unor solicitări electrice. Tensiunile electrice se aplică fie prin intermediul unui anod de sacrificiu din magneziu, fie printr-un sistem de injecție de curent, de la o sursă externă de curent continuu, înaintea începerii testului, acoperirile sunt perforate într-un punct, în care urmează să se dezvolte ulterior fenomenul de desprindere.

Metoda A. presupune utilizarea unui anod de sacrificiu din magneziu, fără monitorizare electrică pe parcursul efectuării testului. Rezultatele se stabilesc prin metode fizice de examinare, la încheierea perioadei de testare.

În metoda B se utilizează fie un anod de sacrificiu din magneziu, fie un sistem de injecție de curent exterior. Metoda presupune aparatură electrică pentru măsurarea curentului în circuitul celulei. Este, de asemenea, necesară măsurarea potențialului electric pe parcursul determinării, iar după încheierea perioadei de testare, probele sunt expuse examinării prin metode fizice.

IV. Aparatură

Aparatură pentru ambele metode:

1. Celulă (vas) de testare - se confecționează dintr-un material neconductor, sau i se aplică o protecție interioară pe bază de material izolator. Dimensiunile celulei vor fi alese astfel încât să poată fi îndeplinite următoarele condiții tehnice:

- probele testate vor fi suspendate vertical în celulă, la o distanță de cel puțin 25 mm de baza vasului;
- fiecare probă testată trebuie să fie separată de celelalte probe, de anodi și de pereții vasului, la o distanță de cel puțin 40 mm;
- nivelul electrolitului din celulă trebuie să permită imersarea completă a probei pe toată lungimea de testare;
- dacă se intenționează monitorizarea curentului electric, ca în metoda B, electrodul de referință poate fi introdus oriunde în vas, asigurându-se separarea lui în raport cu proba și anodul, la o distanță de cel puțin 40 mm.

2. Anod de Mg - se confecționează dintr-un aliaj de Mg; potențialul de electrod fiind de -1,45 până la -1,55V în raport cu electrodul de referință din Cu/CuSO₄; aria suprafeței de lucru nu trebuie să fie mai mică de o treime din aria totală a probei supuse acțiunii electrolitului. Anodul va fi prevăzut din fabricație cu un conductor de cupru izolat.

3. Conductorii de legătură probă-anod vor fi confecționați din Cu. Legarea la probă se va face prin sudare sau alămire, iar zona de prindere va fi izolată electric

4. Unelte pentru practicarea intenționată a defectului în acoperire. Defectele vor fi practicate utilizând burghie obișnuite, de diametrul necesar.

Pentru măsurarea grosimii acoperirii la marginea defectului se utilizează un micrometru.

5. Voltmetru de înaltă rezistență, pentru curent continuu, având o rezistență internă de cel puțin 10 MΩ și un domeniu de măsurare de 0,01 -5 V.

6. Electrod de referință - Cu/CuSO₄ cu potențial de electrod de -0,316 V, raportat la electrodul normal de hidrogen. Se poate utiliza și un electrod de calomel, caz în care se va efectua, la valoarea citită, o corecție prin adăugare de - 0,072 V.

7. Aparat pentru măsurarea grosimii acoperirii

Aparatura suplimentară necesară pentru metoda B:

8. Voltmetru de înaltă rezistență pentru curent continuu, având o rezistență internă de cel puțin 10 MΩ și care să poată măsura o cădere de potențial de 10 μV pe un sunt din circuitul celulei de testare.

9. Rezistor de precizie, 1 Ω ± 1 %, 1 W (minimum), pentru utilizare în circuitul celulei de testare, ca sunt pentru curent.

10. Volt-ohm-metru pentru testarea inițială a rezistenței aparente a acoperirii.

11. Electrod de grafit sau de oțel inoxidabil, utilizat temporar cu volt-ohm-metru, pentru determinarea defectelor aparente inițiale ale probei de testat.

12. Conductorii suplimentari din cupru izolat.

13. Știfturi de alamă folosite ca masă terminală, împreună cu crocodili sau întrerupătoare pentru închiderea și deschiderea circuitului. Crocodilii nu vor fi utilizați pentru conectarea la electrozi sau probe în partea superioară a celulei de testare.

14. Rectificator de curent continuu, capabil să furnizeze o tensiune constantă de 1,5 ± 0,01 V, măsurată între probă și electrodul de referință.

15. Anod de injecție de curent - confecționat dintr-un material neconsumabil, prevăzut cu conductorii de Cu, izolați prin fabricație.

V. Reactivi și materiale

- Electrolizii utilizați sunt, de regulă, soluții 1 % (procente de masă) ale următoarelor săruri: NaCl, Na₂SO₄, Na₂CO₃, de puritate tehnică în apă potabilă.
- Se utilizează soluții proaspăt preparate pentru fiecare testare.

- Materialele utilizate pentru izolarea capetelor probelor pot fi: materiale bituminoase, parafină, produse epoxidice, sau alte materiale, inclusiv compounduri elastomerice sau capace de plastic.
- Pentru acoperirea vasului de testare se poate utiliza un capac din material plastic sau placaj; acesta poate avea deschideri practicate, pentru suspendarea electrozilor și probelor.

VI. Probe

- Probele supuse testelor se aleg ca eșantioane reprezentative. Un capăt al probei se va izola.
- În acoperirea fiecărei probe se va practica unul sau trei defecte. Dacă proba are un singur defect, acest trebuie să fie poziționat la mijlocul porțiunii imersate. Dacă proba are trei defecte, acestea trebuie amplasate la unghi de 120° , cu una în centru și celelalte două situate la $1/4$ din distanța dintre vârful și baza porțiunii imersate. Fiecare defect va fi practicat astfel încât acoperirea să fie străpunsă până la oțel. Diametrul burghiului cu care se realizează defectul nu trebuie să fie mai mic decât de trei ori grosimea acoperirii, valoarea minimă fiind de 6 mm. Peretele din oțel al probei nu trebuie să fie perforat.
- Capătul probei care va depăși linia de imersie va fi prevăzut cu un mijloc de susținere potrivit și cu un conductor separat.
- Se consideră ca arie de testare a probei aria zonei cuprinse între capătul de la bază, izolat, și linia de imersie. Pot fi folosite probe având orice diametru și lungime convenabile, dar aria zonei imersate nu trebuie să fie mai mică de 23.000 mm^2 . De regulă, se preferă o arie de 93.000 mm^2 .
- Se măsoară și se înregistrează grosimea minimă și maximă a acoperirii, precum și grosimea în fiecare loc în care se practică un defect.
- Dacă se utilizează metoda B, cu monitorizare electrică, este necesară testarea continuității acoperirii, de-a lungul probei și eficiența izolației la capătul izolat, înainte de practicarea defectelor, astfel:
 - se imersează proba și electrodul din grafit sau oțel inoxidabil în electrolit;
 - se conectează la bornele ohm-metrului proba și electrodul din grafit/oțel;
 - se măsoară rezistența aparentă, în ohmi, efectuând două determinări: una cu proba conectată la borna pozitivă a ohm-metrului și una cu proba conectată la borna negativă a acestuia;
 - cea mai mică dintre cele două citiri nu trebuie să fie mai mică de $1000 \text{ M}\Omega$, după 15 minute.

VII. Mod de lucru

VII.1. Metoda A

- Se imersează proba în electrolit și se conectează la anod, conform [figurii 1](#). Se poziționează proba astfel încât defectul să fie orientat direct către anod. Distanța probă-anod trebuie să fie cea specificată anterior. Se marchează nivelul de imersie al probei, care va fi menținut prin adăugare zilnică de apă potabilă. Testul se efectuează la temperatura camerei: $20\text{-}30^\circ\text{C}$.
- Pentru a verifica funcționarea celulei se măsoară potențialul probă/electrod de referință, imediat după începerea testului și imediat înainte de a-l încheia. Potențialul măsurat trebuie să fie de cuprins între $-1,45$ și $-1,55\text{V}$ față de electrodul Cu/CuSO_4 .
- Durata de efectuare a testului este de 30 de zile. În mod opțional, se pot alege alte durate: 60 sau 90 de zile.
- Imediat după încheierea perioadei de testare se va efectua o examinare prin metode fizice, astfel:
 - înainte de examinare se spală cu atenție proba sub jet ușor de apă, fără a afecta zonele cu defecte vizibile, apărute în urma testului;
 - se examinează vizual întreaga zonă imersată, pentru a identifica orice stadiu incipient de apariție a unor noi defecte sau reduceri de aderență a acoperirii, la marginile tuturor defectelor, inclusiv ale celor practicate artificial;
 - se determină pierderea de aderență a acoperirii, încercând desprinderea acesteia de suport, cu ajutorul vârfului unui cuțit ascuțit, după ce se practică, prin acoperire, tăieturi în X care se intersectează în dreptul defectelor;

- se consideră zone neizolate acele porțiuni distincte ale probei de pe care acoperirea poate fi ridicată sau desprinsă cu vârful cuțitului.

VI 1.2. Metoda B

• Suplimentar față de metoda A, se monitorizează electric testul, astfel:

- Dacă se utilizează un anod de Mg se realizează montajul din [figura 2](#). Dacă se injectează curent se realizează montajul din [figura 3](#).

- Se măsoară E_2 , potențialul impus, în V, dintre probă și electrodul de referință, cu un voltmetru de rezistență mare, fără a deconecta anodul de la proba testată. Dacă se utilizează electrodul de Cu/CuSO₄ acesta va fi imersat doar temporar.

- Se măsoară I_1 , în A, prin determinarea căderii de potențial pe un rezistor de 1 Ω , instalat permanent în circuitul celulei de testare, cu voltmetrul de înaltă rezistență indicat. Tensiunea citită va fi numeric egală cu amperii.

- Se măsoară E_1 potențialul de polarizare, în V, astfel: se deconectează anodul de proba de testat, observându-se cu atenție indicațiile voltmetrului; atunci când acul indicator cade, se va stabiliza un timp semnificativ la valoarea de polarizare; punctul de stabilizare este E_1 .

• Planificarea monitorizării electrice:

- Măsurătorile electrice la începutul testului sunt definite ca media măsurătorilor efectuate în a doua și a treia zi după imersie.

- Măsurătorile electrice se efectuează la începutul testului, după 30 de zile, și la sfârșitul perioadei de testare alese.

- Măsurătorile electrice de la sfârșitul perioadei de testare sunt definite ca media citirilor din preziua și din ziua încheierii testului.

VIII. Înregistrarea datelor

• În cazul metodei A se vor înregistra următoarele:

- Identificarea (descrierea) completă a probei de testat incluzând: denumirea și numărul de cod al acoperirii; mărimea probei; sursa, data fabricării, numărul lotului; grosimea minimă-maximă a acoperirii, media grosimii și grosimea defectului; aria imersată; mărimea și numărul defectelor inițiale; data începerii testului și data la care s-a încheiat testul și alte observații pertinente.

- Marcarea zonelor identificate ca neizolate, cu specificarea ariei, în mm². Dacă a fost folosit mai mult decât un singur defect artificial, aria defectului trebuie înregistrată ca o medie.

• În cazul metodei B se vor înregistra, suplimentar față de datele necesare pentru metoda A, următoarele:

- Rezistența relativă a probei, în Ω , înainte de practicarea defectului artificial;

- Rezultatele măsurătorilor electrice: efectuate la începutul testului, intermediare (la 30 de zile) și efectuate la sfârșitul testului, astfel:

curentul I_1 , în

μ A, sau logaritmul acestuia cu semn schimbat, sau ambele;

valoarea lui

$\Delta E = E_2 - E_1$, în V.

modificările survenite în valorile mărimilor de mai sus.

IX. Precizia datelor

Pentru evaluarea rezultatelor vor fi utilizate următoarele date:

• pentru metoda A:

- repetabilitate: două rezultate obținute de același operator nu pot fi considerate abateri decât dacă ele diferă prin mai mult de 25 mm a valorii D în conformitate cu următoarea ecuație:

$$D = (A / 0,785)^{1/2}$$

unde: A = aria neizolată care se produce de la un defect artificial, mm²;

- reproductibilitate: rezultatele înregistrate de un laborator nu vor fi considerate abateri decât dacă ele diferă față de rezultatele altui laborator prin mai mult de 25 mm pentru valoarea D obținută prin ecuația de mai sus.

• *pentru metoda B:*

- repetabilitate: rezultatele a două încercări consecutive obținute de același operator nu vor fi considerate abateri decât dacă ele diferă prin mai mult de o unitate a logaritmului curentului necesar, cu semn schimbat, în amperi.

- reproductibilitate: rezultatele înregistrate de un laborator nu vor fi considerate abateri decât dacă ele diferă față de rezultatele altui laborator prin mai mult de o unitate a logaritmului curentului necesar, cu semn schimbat, în amperi .

[\[top\]](#)

ANEXA II

[Figura 1.](#) Protecție catodică cu sursă exterioară de curent

[Figura 2.](#) Protecție catodică cu anodi de sacrificiu

[\[top\]](#)