

COROZIUNEA ARMĂTURII DIN FISURILE CONSTRUCȚIILOR DIN BETON ARMAT LA INTERACȚIUNEA CU MEDIUL LICHID

Ion Rusu, Eduard Proaspăt

Universitatea Tehnică a Moldovei

ABSTRACT

Here we present the results of research on reinforcement corrosion kinetics in cracks in concrete, depending on their openness and the interaction way of constructions with the liquid medium. The research was conducted using the method of plotting the polarization curves. Corrosion in the cracks with sizes larger than 1.0-1.5 mm is close to the maximum value and no longer increases with the next crack growth. The kinetics of corrosion and the depth of pinches on reinforcement in large cracks and steel beams, uncoated by concrete, are about the same.

Cuvinte cheie: construcții, beton armat, coroziune, fisuri, protecție.

Sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind cinetica coroziunii armăturii în fisurile din beton în funcție de mărimea deschiderii lor și condițiile de interacțiune a construcțiilor cu mediul lichid. Cercetările au fost efectuate folosind metoda trăsării curbelor de polarizare.

Cauzele principale ale polarizării catodice și anodice a armăturii, care duc la micșorarea diferenței de potențial al celulei galvanice, în fisurile subțiri, în comparație cu cele mai mari, sunt:

în spațiul fisurilor subțiri, betonul aflat în contact cu armătura este relativ mai puțin afânat și se tasează mai repede, fapt ce duce la o micșorare considerabilă a permeabilității la aer; potențialul catodului se deplasează spre partea negativă, apropiindu-se de potențialul anodului;

fisurile subțiri se autotasează în urma creșterii cristalelor de Ca(OH)_2 și depunerilor de CaCO_3 și Fe(OH)_3 , substratul de protecție a acestor substanțe și mărirea pH-ului lichidului pe suprafața armăturii cresc, crește și rezistența peliculei pasivante, iar potențialul anodului se deplasează spre partea pozitivă, apropiindu-se de potențialul catodului.

Coroziunea în fisurile de mărimile mai mari de 1,0-1,5 mm se apropie de valoarea maximă și la următoarea creștere a fisurilor nu se mai mărește. Cinetica coroziunii și adâncimea ciupiturilor pe armătura, în fisurile mari și pe barele de oțel, neprotejate cu beton, sunt aproximativ aceleași.

1. Introducere

Problema protecției anticorozive a diferitor materiale, inclusiv a betonului diferitor construcții, nu-și pierde actualitatea, deoarece datele din literatura de specialitate confirmă faptul că 6...9 % din construcțiile, instalațiile, utilajul tehnologic etc. anual degradează în procesul de exploatare din cauza coroziunii [1].

Cauzele degradării construcțiilor sunt: alcătuirea și sau execuția lor defectuoasă; acțiunea combinată ploaie-vânt asupra elementelor; infiltrații de apă din teren sau de la instalații defecte; utilizarea necorespunzătoare sub aspectul neefectuării în timp real a operațiilor de întreținere curentă și reparații; efectul exploziilor; acțiunea seismică; alunecări și tasări ale terenului de fundație etc.

În timpul exploatării anumitor construcții, pe perioadele de iarnă, betonul din elementele de construcții este supus, în general, la cicluri alternante de îngheț-dezghet. Dacă masa de beton întărit, expusă acestui fenomen se găsește în stare umedă și saturată cu apă, deteriorarea se va finaliza printr-o distrugere rapidă a betonului.

Procesul intens de coroziune a diferitor materiale este cauzat și de faptul, că agresivitatea mediului ambiant treptat crește datorită progresului tehnico-științific, care contribuie la activarea proceselor calitative și cantitative în diferite materiale și care conduc la distrugerea lor în timp [2,3].

În rezultatul acțiunii complexe (chimice, fizico-chimice, biologice) a mediului înconjurător, distrugerii corosive sunt supuse clădirile, podurile, trecerile subterane, stâlpii liniilor electrice, trecerile peste căile ferate, monumentele istorice și de artă, diferite instalații, utilaje tehnologice etc. Distrugerea corosivă a acestora prezintă, în primul rând, pericol pentru viața și activitatea persoanelor și în același timp necesită surse financiare enorme pentru reparații și întreținere.

2. Rezultate și discuții

Pentru cercetarea cineticii de coroziune a armăturii, în fisurile din beton, în funcție de mărimea deschiderii lor și condițiile de interacțiune a construcțiilor cu mediul lichid au fost efectuate un șir de experimente pe probe din beton armat, folosind metoda trasării curbilor de polarizare, adică curbilor funcției potențialului de electrod de densitatea curentului, valorile cărora au fost măsurate în ziua 1 și 60 [4].

Echipamentul și principiul pentru inducerea coroziunii accelerate în betonul armat sunt prezentate în figura 1.

Electrozii sunt anodul (armătura înglobată) și catodul (placa de oțel inoxidabil care acoperă simetric 3 fețe ale grinzii). Un voltaj extern a fost aplicat anodului. Procesul de coroziune în anod a început când puntea de sare a pătruns prin stratul de acoperire de beton până la armătură și a închis circuitul. Testul de inducere a coroziunii accelerate este similar cu cel întâlnit în alte cercetări [4].

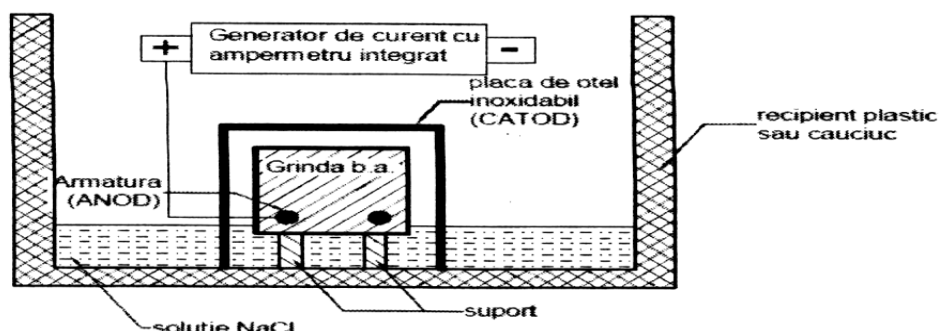


Fig. 1 Principiul celulei electrolitice

Intensitatea curentului electric pe armătură a variat și a putut fi măsurată cu un ampermetru exterior.

Încercările au arătat că în probele din aceeași serie și în fisurile aceleiași grup, coroziunea armăturii se inițiază în timp diferit după începerea experimentului; intensitatea ei este diferită; în unele cazuri s-au menționat numai pete superficiale de rugină, iar în altele - ciupituri de adâncimi diferite. În figura 2 sunt prezentate rezultatele verificării seriei de probe, care s-au aflat în condiții de umezire cu apă și uscare periodică, cu o frecvență de 100 cicluri pe an. Pe axa ordonatelor este pus procentul de cazuri de detectare a coroziunii armăturii în fisuri, mărimea cărora este indicată lângă curbe. În figura 2 a, acest proces poate fi privit ca o posibilitate de apariție a coroziunii, în general, inclusiv și petele mici de rugină, iar în figura 2 b - ca posibilitate a unei forme mai grave a coroziunii sub formă de ciupituri.

Din figura 2 (a și b) rezultă, că în condițiile date de verificare, coroziunea armăturii în fisurile betonului, cu deschiderea până la 0,5 mm, cu timpul se oprește și după valorile absolute este mică.

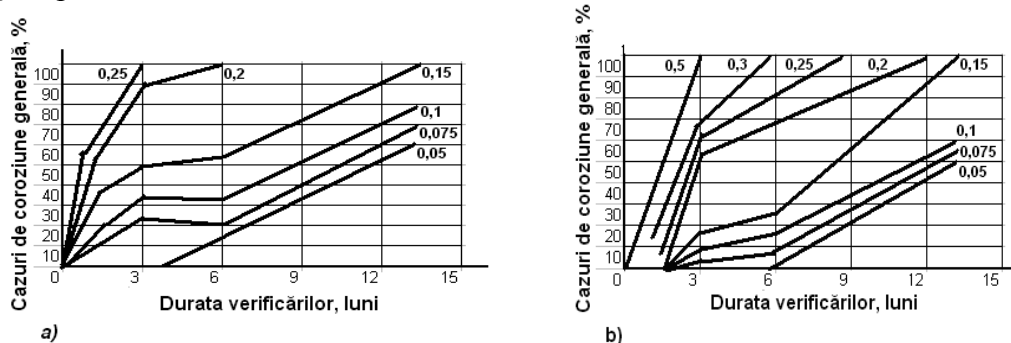


Fig. 2 Rezultatele încercărilor în condiții de umezire cu apă și uscare periodică

Odată cu creșterea frecvenței ciclurilor de umezire periodică, în anumite intervale intensitatea coroziunii crește. De exemplu, în fisurile cu deschiderea de 0,5 mm după 3 luni de verificare, la frecvența ciclurilor 100, adâncimea medie a ata-

cului corosiv a constituit 0,18 mm, iar la frecvența ciclurilor 300 a constituit 0,45 mm. Are importanță și raportul duratei de umezire și de uscare (figura 3).

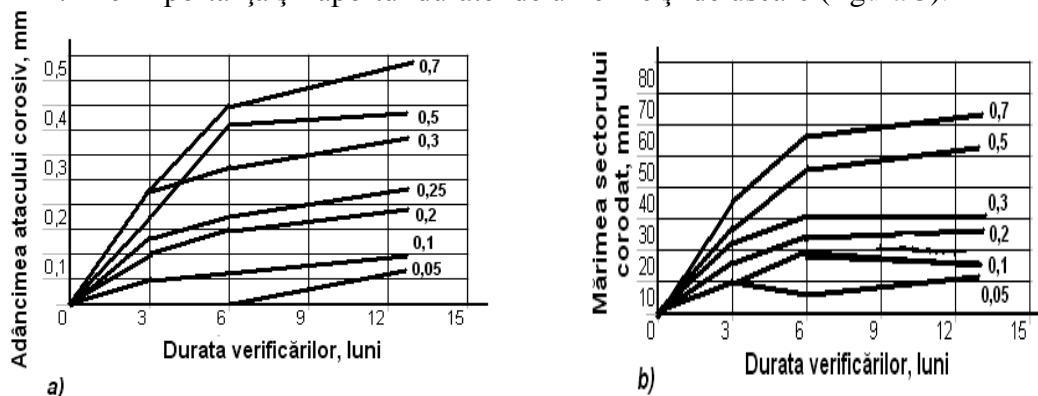


Fig. 3 Cinetica coroziunii armăturii în fisurile betonului, în adâncime (a) și de-a lungul barelor de oțel (b) la umezirea periodică cu apă (100 cicluri pe an).

Cifrele de lângă curbe - mărimea deschiderii fisurilor, mm

Un grafic generalizat al cineticii coroziunii armăturii (adâncimea maximă a ciupiturilor) referitor la oțelul beton BST 500, la umezire periodică a probelor din beton armat, cu o frecvență de 100 cicluri pe an, este prezentat în figura 4.

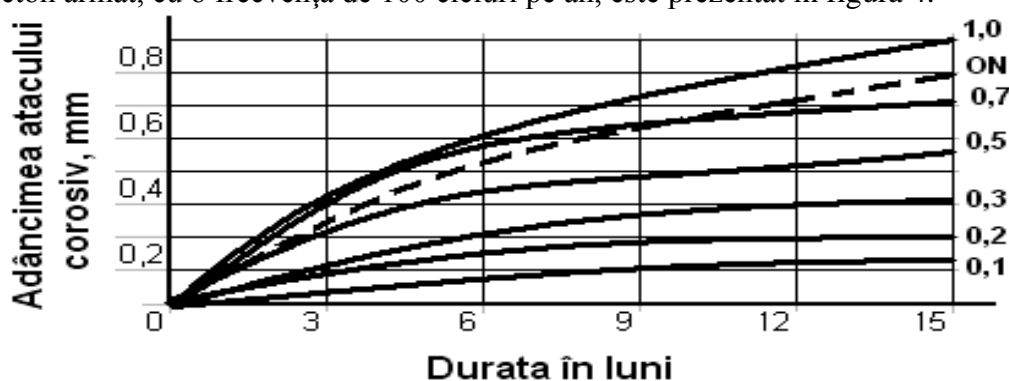


Fig. 4 Dezvoltarea coroziunii armăturii în fisurile betonului, la umezirea periodică a probelor (100 cicluri pe an). Cifrele de lângă curbe - deschiderea fisurilor în mm; ON - oțel neacoperit

Din grafic rezultă, că procesul de coroziune scade cu cât este mai mică fisura. Aceasta se explică prin dependența mărimii potențialelor de catod și anod de gradul autotăsării fisurilor și betonului în zona adiacentă; intensitatea autotăsării fisurilor, la rândul său, crește odată cu micșorarea mărimii deschiderii lor.

Cauzele principale ale polarizării catodice și anodice, care duc la micșorarea diferenței de potențial al celulei galvanice, în fisurile subțiri, în comparație cu cele mai mari, sunt următoarele:

1) în spațiul fisurilor subțiri, betonul aflat în contact cu armătura este relativ mai puțin afânat și se tasează mai repede, fapt ce duce la o micșorare considerabilă a permeabilității la aer; potențialul catodului se deplasează spre partea negativă, apropiindu-se de potențialul anodului;

2) fisurile subțiri se autotasează în urma creșterii cristalelor de Ca(OH)_2 și depunerilor de CaCO_3 și Fe(OH)_3 , substratul de protecție a acestor substanțe și mărirea pH-ului lichidului pe suprafața armăturii cresc, crește și rezistența peliculei pasivante, iar potențialul anodului se deplasează spre partea pozitivă, apropiindu-se de potențialul catodului.

Mecanismul descris și cinetica coroziunii armăturii se referă la fisurile cu deschidere limitată (nu mai mult de 1,0 mm) și la o concentrație mică a ionilor de Cl^- , SO_4^{2-} etc. În fisurile mai mari, mecanismul procesului are loc în alt mod și procesul de coroziune se dezvoltă după alte legi.

În fisurile cu deschiderea 1,0 mm și mai mult, procesul se desfășoară un timp îndelungat, nemanifestând o tendință spre atenuare.

În figura 5 sunt prezentate datele transformate din figura 4.

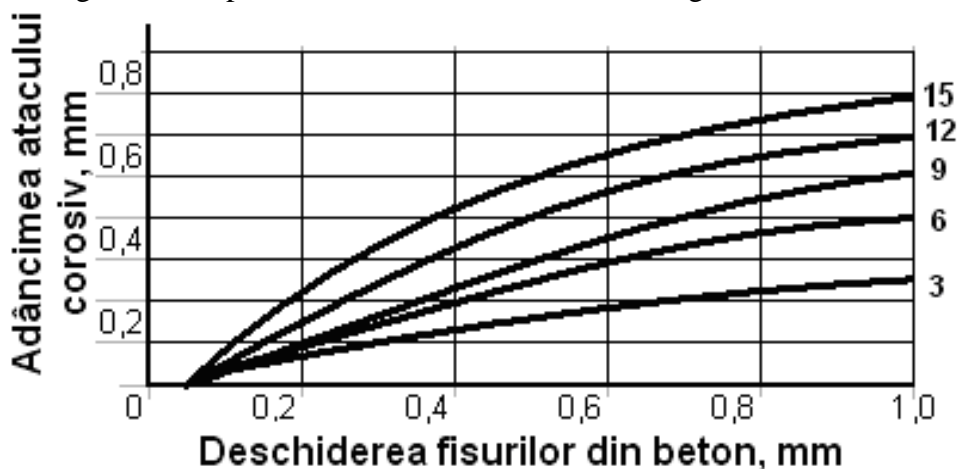


Fig. 5 Funcția adâncimii maxime a atacului corosiv pe armătură de mărirea deschiderii fisurilor în beton (frecvența ciclurilor 100 pe an). Cifrele de lângă curbe reprezintă duratele verificării lor în luni

După cum se observă din grafic, coroziunea în fisurile de mărimile mai mari de 1,0-1,5 mm se apropie de valoarea maximă și la următoarea creștere a fisurilor nu se mai mărește. Cinetica coroziunii și adâncimea ciupiturilor pe armătura, în fisurile mari și pe barele de oțel, neprotejate cu beton, sunt aproximativ aceleași. Drept criteriu pentru determinarea mărimii critice (periculoase) de deschidere a fisurilor, poate servi trecerea de la mecanismul coroziunii, de la funcționarea pe-

rechii galvanice cu anodul în interiorul fisurii spre mecanismul de coroziune a oțelului neacoperit sau coroziunii fisurante cu catodul în interiorul fisurii.

3. Concluzii

1 Procesul corosiv, care se desfășoară în fisurile mari, după legile metalului neacoperit, este mult mai periculos, decât procesul în fisurile mici, deoarece spre deosebire de ultimul el continuă instantaneu.

2 Fisurile subțiri nu prezintă pericol corosiv pentru armătura datorită autotăsării lor în urma creșterii cristalelor de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ și depunerilor de CaCO_3 și $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

3 Fisurile cu deschidere mai mare de 1,0 mm prezintă pericol și din cauza, că după carbonatarea betonului și micșorarea pH-ului mediului, pe un anumit sector, pe ambele părți ale fisurii, pasivitatea oțelului se pierde și se creează condiții favorabile pentru dezvoltarea coroziunii fisurante, cu catodul în vârful fisurii și anodul pe sectoarele adiacente, sub stratul de protecție din beton.

4 Drept criteriu pentru determinarea mărimii critice (periculoase) de deschidere a fisurilor, poate servi trecerea de la mecanismul coroziunii, de la funcționarea perechii galvanice cu anodul în interiorul fisurii spre mecanismul de coroziune a oțelului neacoperit sau coroziunii fisurante cu catodul în interiorul fisurii.

BIBLIOGRAFIE

1. Balanciuk V. D. *Povasenie korrozionnoi stoykosti i ecspluatationnoi dolgovecinosti seliskoho–zeaistvennah zdanii i soorujenii*. Mejdunarodnai sbornik naucinah trudov „Povasenie effektivnosti seliskogo stroitelstva”, Novosibirsk, 2000, p. 36-41.
2. Colesnic I. *Studii și cercetări asupra protecției anticorrosive în industria materialelor de construcții*. Teză de doctorat. Galați, 2011, 191 p.
3. Rusu I. V., Colesnic I. P., Chiricuța D. I., Nica E. Ia. *Povâșenie proci-nostnâh svoistv jelezobetonâh construcții, armirovannâh polimernâmi fi-brami*. Materială III-go mejdunarodnogo simpoziuma (Minsk, 9-11 noiabrea 2011), p. 316-321.
4. A.K. Azad, S. Ahmad, S.A. Azherv. *Residual Strength of Corrosion-Damaged Reinforced Concrete Beams*. AICI Materials Journal V. 104, No. 1 Jan-Feb 2007.