

STADIUL ACTUAL DE DEGRADARE COROZIVĂ A CONSTRUCȚIILOR DIN BETON ARMAT ȘI METODELE ACTUALE DE ASIGURARE A DURABILITĂȚILOR

Frunza Alexandru

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: Coroziunea reprezintă o formă de transformare a materiei în natură și constă în fenomene fizico-chimice de deteriorare a elementelor de construcție, supuse acțiunii unor agenți agresivi, ca urmare a unor reacții chimice sau electrochimice. Coroziunea este un fenomen deosebit de complex, generat și influențat simultan de o mulțime de factori, depinzând de natura și caracteristicile mediului agresiv și a materialelor de construcție, de solicitarea mecanică, alcătuirea constructivă, sistemele de protecție anticorozivă întrebuințate etc. Acțiunea corozivă se declanșează de obicei la suprafața elementelor de construcție și avansează treptat spre interiorul lor. Înlăturarea efectelor corozivității este deosebit de dificilă din punct de vedere tehnic și presupune investiții semnificative din punct de vedere financiar.

Cuvinte cheie: durabilitate, beton armat, construcții din beton, corozivitate, mediu agresiv.

Degradarea construcțiilor poate fi definită ca pierderea treptată a calitatilor fizice și funcționale ce caracterizează aptitudinea pentru exploatare a acestora. Procesul de degradare se manifestă, de cele mai multe ori, începând de la suprafețele de contact ale construcțiilor cu mediul inconjurator. În cazul clădirilor, asemenea manifestări se referă la decolorarea treptată a zugrăvelilor și vopsitorilor, la murdărirea acestora, la zgărirea sau ciobirea tencuielilor, la umezirea și patarea suprafețelor, la apariția eflorescențelor, petelor de rugina, a putregaiului, a urmelor lasate de insectele xilofage etc.

De remarcat necesitatea înțelegerii diferenței între degradare și defect: prima este consecința interacțiunii construcției cu mediul. A doua este consecința unei greșeli umane. În cazul podurilor, manifestările de suprafață ale începutului de degradare în ceea ce privește exteriorul suprastructurii sunt completate cu aspecte legate de infrastructura din zona contactului fluctuant între apă și materialul reazemelor podului, precum eroziunea betonului, ruginirea pieselor din oțel etc. Progresiunea degradării spre interiorul componentelor constructive poate afecta, cu timpul, siguranța construcțiilor implicate prin modificarea relațiilor socotite drept admisibile dintre solicitări și rezistențe, astfel încât, în puncte critice, să apară rupeți de continuitate ale materialelor ce garantează echilibrul static sau dinamic previzionat; este cazul apariției fisurării, premergătoare rupeții, forma cea mai primejdioasă a evoluției procesului de degradare.

Fisurarea construcțiilor poate fi determinată de multiple cauze printre care se citează tasarea inegală a terenului de fundare, ce produce o redistribuire a solicitărilor în structura de rezistență, comportamentul diferit al materialelor în structurile compozite sub acțiunea variațiilor termice, înghețul-dezghetul apei din porii sau fisurile elementelor constitutive, corozivitatea armaturilor din elementele de construcție insuficient protejate, oboseala materialelor constitutive solicitate dinamic în mod frecvent ș.a.m.d. Fisurarea construcțiilor reprezintă un semn serios de risc pentru siguranța constructivă/structurală, ducând, în ultima instanță, la prăbușirea construcției în ansamblu sau parțial.

Viteza de degradare a construcțiilor poate fi marită în cazul existenței unor defecte inițiale datorate greșelilor din fazele de concepere, proiectare, execuție sau chiar exploatare a acestora (lipsa continuității rezemării pe verticală, poziționare greșită a armaturii sau calcarea ei în timpul execuției, eliminarea unor componente constructive după darea în exploatare ș.a.). Toate acestea duc la apariția unor construcții a căror infatisare frizează esteticul, dar și siguranța utilizării lor, constituind, în ultima instanță, o dovadă a neglijenței din partea proprietarilor, dar și a autorităților publice obligate să vegheze la siguranța publică și curățenia mediului. Problema corozivității, tratată până nu demult ca un aspect accidental, cu caracter special, a devenit astăzi o problemă curentă, ce tinde să capete o importanță tehnică și economică din ce în ce mai mare.

Dezvoltarea industriei a adus, alături de înmulțirea obiectivelor industriale, folosirea unor medii chimice de concentrații mari, deci cu agresivitate mărită, a unor presiuni și temperaturi foarte ridicate sau foarte scăzute, a unor procese tehnologice cu șocuri de temperatură etc. De asemenea, problemele legate de economie au condus la reducerea perioadelor de oprire pentru întreținere și reparații. Toate acestea au avut drept efect mărirea efectelor distructive ale corozivității.

Ca urmare directă, atât în Republica Moldova cât și în alte țări, problema coroziunii preocupă atât pe proiectanți cât și pe cercetători, beneficiari și constructori. Astfel, numărul de materiale și tehnologii moderne crește mereu, și, mai ales, tinde să se îmbunătățească mereu.

În astfel de condiții obiectivul principal este studiul fundamental asupra coroziunii și a factorilor care o produc. Aceasta înseamnă, în primul rând, definirea fenomenului. Au fost încercate mai multe definiții care să cuprindă cât mai complet toate cauzele și aspectele care produc distrugerea materialelor. Unii autori au căutat să definească coroziunea ca un fenomen de atac și dezintegrare a structurii materiei sub influența lichidelor agresive și gazelor umede (trebuie incluse și metalele și sărurile în stare de topitură). Alți autori au căutat o formulare mai simplă, și, poate prin aceasta și mai generală, considerând coroziunea ca un caz de alterare a proprietăților fizice, mecanice și chimice ale unui material, datorită unor cauze exterioare, umiditatea fiind prezentă în toate cazurile.

În mod deliberat nu au fost incluse în noțiunea de coroziune degradările survenite datorită eroziunii, acțiunii unor temperaturi foarte ridicate, lubrifierii etc.

Pornind de la definiție și pentru a intra în studiul de amănunt al fenomenului, în vederea analizei și stabilirii posibilităților de a găsi remedii contra coroziunii, s-a căutat o clasificare a cauzelor principale ale degradărilor (pentru simplificare și sistematizare).

1. Coroziunea betonului

Coroziunea betonului este un proces fizico-chimic de degradare sau de distrugere a acestuia sub acțiuni chimice agresive ale mediului de exploatare. Durabilitatea betonului în aceste condiții depinde atât de compoziția și compactitatea betonului cât și de natura, durata și intensitatea acțiunilor agresive chimice. În cazul elementelor de beton armat este necesar ca betonul prin calitatea sa și grosimea stratului de acoperire, să asigure și protejarea armaturii față de mediul coroziv. Substanțele agresive pentru beton pot acționa sub formă de soluții, gaze (CO_2 sau SO_2 din atmosferele industriale în prezența umidității devin agresive), aerosoli (în zona litoralului), uleiuri, grăsimi, sau ca rezultat al acțiunii microorganismelor. Distrugerea betonului în medii agresive chimic se produce în primul rând prin degradarea pietrei de ciment prin procese de decalcifiere sau expansiune. Când soluțiile agresive au caracter acid pot fi distruse și agregatele calcaroase, formându-se săruri solubile de calciu. Soluțiile acidului fluorhidric distrug și agregatele silicioase. Distrugerea prin expansiune poate fi determinată și de reacții alcalii-agregate reactive. Procesul de coroziune a betonului este influențat de factori fizici ca: temperatura și variația de temperatură a mediului agresiv, variația de nivel și viteza de deplasare a mediului agresiv, eroziunea, fenomenele de cavitație, precum și factori fizico-chimici ce solicită concomitent betonul (starea de tensiune din beton). În funcție de natura substanțelor agresive și de concentrația acestora, mediile agresive naturale și industriale se clasifică pe grupe de agresivitate (clasificările sunt prevăzute în normative și se iau în considerare la stabilirea compoziției betonului și a metodelor de protecție anticorozivă a acestuia).

Durata de exploatare a unui element din beton armat sau precomprimat poate fi pusă în evidență prin explicarea procesului de coroziune, care este apreciat a avea două perioade (vezi Figura 1.)

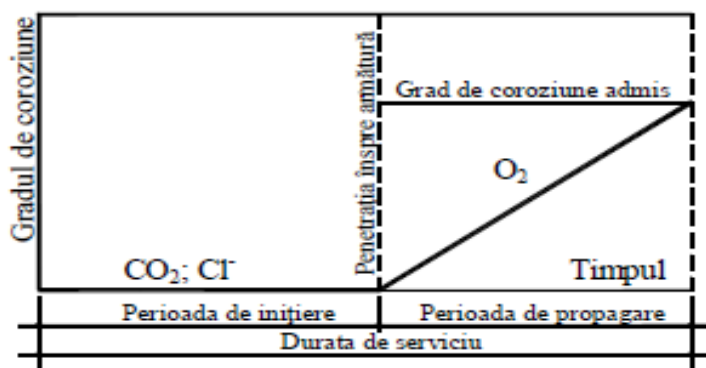


Figura 1. Model teoretic privind durată de exploatare a unui element din beton armat

- perioada de inițiere ce se datorează prezenței activatorilor procesului de coroziune care sunt ionii de clor (Cl⁻) și bioxidul de carbon (CO₂);
- perioada de propagare a coroziunii în barele de oțel, care este pusă în evidență, experimental, prin degajarea de oxigen la catod, temperatură, rezistivitatea betonului, etc.

Durata de exploatare a unei structuri de beton este, în consecință, determinată de perioada de inițiere și de perioada în care procesul de coroziune a metalului (armăturilor) atinge un grad de distrugere care nu afectează siguranța minimă a construcției (vezi Figura 1).

Perioada de inițiere poate fi stabilită în funcție de penetrația ionilor de clor și de procesul de carbonatare a betonului, adică funcție de acoperirea cu beton a armăturilor sau adâncimea de carbonatare, concentrația ionilor de clor și difuziunea materialului care la rândul ei depinde și de dozajul de ciment. Întrucât carbonatarea este factorul care conduce la inițierea coroziunii armăturilor, foarte mulți cercetători au abordat acest subiect, în continuare fiind prezentate câteva studii în această direcție. Astfel, adâncimea de carbonatare x în mm, poate fi exprimată ca o funcție de timpul t (durata de acțiune), în ani:

$$x^2 = a^2 t \quad (1)$$

în care: a este un parametru depinzând de: permeabilitatea betonului care este în funcție de raportul (A/C), dozajul de ciment, tipul cimentului, dimensiunea granulelor de agregat, modul de tratare a betonului, umiditate, conținutul de bioxid de carbon din aer.

2. Protecția betonului împotriva coroziunii

Durabilitatea betoanelor expuse acțiunii agresive moderate a unor substanțe chimice poate fi asigurată în mod obișnuit prin alegerea corespunzătoare a componentelor sale și prin realizarea unei compactități maxime. Alegerea corespunzătoare a cimentului este o condiție esențială, recomandându-se, în funcție de natura mediului agresiv, utilizarea unor anumite tipuri de cimente. Agregatele folosite trebuie să fie rezistente la acțiunea agresivă a mediului și să fie compatibile cu cimentul utilizat pentru a nu provoca degradarea betonului prin reacția alcalii-agregate. Pentru asigurarea impermeabilității betonului față de substanțele agresive se iau măsuri pentru mărirea compactității acestuia prin dozaj corespunzător de ciment, agregate cu granulozitate bună, raport apă/ciment minim, utilizare de aditivi, compactare foarte bună la punerea în lucrare, tratare ulterioară corespunzătoare etc. Sunt stabilite condiții tehnice orientative impuse betoanelor exploatate în contact cu medii agresive. În situații speciale, de agresiune chimică intensă, aceste măsuri nu sunt suficiente și pentru asigurarea durabilității betonului sunt necesare măsuri suplimentare, cum ar fi:

□ *Fluatarea* constă în tratarea suprafețelor de beton cu soluții de fluorosilicați de zinc, de magneziu, de aluminiu. Fluorosilicații reacționează cu hidroxidul de calciu din beton formând în final fluoruri (de calciu, zinc) insolubile și rezistente la acțiunea agenților agresivi și gel de bioxid de siliciu care colmatează porii și capilarele betonului, asigurând compactitatea și impermeabilitatea. Cu efecte asemănătoare se pot folosi fluorurile solubile în apă. Pentru mărirea eficacității se preconizează aplicarea tratamentului în straturi multiple prin pensulare, pulverizare. Grosimea stratului compact obținut este de aproximativ 2–4 mm. Fluatările sunt substanțe toxice, vătămătoare pentru organism, atât prin contact cu suprafața pielii, cât și prin inhalare. În aceste condiții este obligatoriu ca muncitorii care lucrează cu aceste produse să fie echipați corespunzător, iar locul de muncă să fie bine ventilat.

□ *Ocratarea* este un procedeu de tratare sub presiune a suprafețelor de beton cu tetrafluorura de siliciu gazoasă (SiF₄), formându-se produse de reacție greu solubili și cu efect de protecție contra coroziunii multor agenți agresivi (sulfati, uleiuri, saruri, acizi). Ocratarea se aplică numai la prefabricate, în special numai la tuburi de presiune, de canalizare, piloni, plăci, traverse, rezervoare, bazine din beton.

□ *Carbonatarea* suprafeței pieselor de beton se realizează prin tratarea sub presiune cu CO₂ gazos transformând, pe o adâncime de câțiva milimetri, hidroxidul de calciu în carbonat de calciu. Se mărește astfel rezistența betonului la acțiunea dizolvantă a apei și a apelor ușor agresive. Carbonatarea nu se recomandă betoanelor armate (sau se limitează strict la câțiva milimetri) deoarece modificând pH-ul betonului se favorizează coroziunea armăturii.

□ *Protejarea prin pelicule* a suprafeței construcțiilor din beton simplu sau armat este unul din mijloacele cele mai utilizate datorită simplității și eficienței. Protecția prin pelicule este de natură fizică și de aceea trebuie

asigurata, in primul rand, buna aderenta la suport. Totodata, peliculizarea trebuie sa constituie o bariera impermeabila si durabila. Natura peliculelor protectoare vopsele, grunduri, chituri pe baza de polimeri, numarul si grosimea lor sunt in functie de natura agresivitatii si a constructiei. Pentru protectia betonului impotriva umiditatii solului si a agresivitatii apelor naturale, se utilizeaza eficient *materialele bituminoase* aplicate la cald (bitum, masticuri) sau la rece (solutii, emulsii, suspensii) si gudroane (produse bituminoase rezultate din distilarea carbunelui) dizolvate in solventi sau ca atare.

□ *Aplicarea de straturi protectoare* pe suprafata betonului se executa in cazul unor actiuni agresive intense. Aceste protectii se realizeaza prin aplicarea lor pe suprafata betonului, cu ajutorul adezivilor, a unor folii (elastice sau rigide), din polimeri organici care sunt impermeabile si rezistente chimic. In unele cazuri se pot realiza in acest fel si lucrarile de finisaj. Protejarea constructiilor din beton prin placari sau inzidiri este un procedeu care prin natura materialelor folosite asigura atat rezistentele chimice cat si cele mecanice impuse de mediul agresiv si conditiile de exploatare specifice. Pentru placari si inzidiri se utilizeaza: caramizi ceramice antiacide, caramizi de gresie antiacida, placi ceramice glazurate, materiale antiacide naturale (gresie, granit, bazalt), faianta, placi de sticla etc, fixate cu mortare si chituri antiacide.

□ *Protectia prin adaugarea la prepararea betonului* a unui polimer, care, impreuna cu cimentul formeaza un liant complex. In timpul intaririi, polimerul din emulsie trece in stare rigida, formand membrane care inchid porii betonului si limiteaza absorbtia si difuzia lichidelor si gazelor, asigurand astfel o buna protectie la coroziune.

□ *Impregnarea betonului intarit* se poate face cu produse variate, cele mai utilizate fiind solutiile de polimeri sau monomeri care apoi polimerizeaza in prezenta de intaritori sau prin incalzire sau iradiere. Dintre monomerii sau polimerii sintetici utilizati pentru impregnarea betoanelor pot fi enumerati: metilmetaacrilatul, poliesterii, rasinile epoxidice, acrilonitrili. Se marestre astfel gradul de impermeabilitate si rezistenta la agresii chimice; se utilizeaza mai ales la tuburile din beton pentru transportul apelor, la constructiile submarine, la rezervoare speciale, la pardoseli supuse uzurii si agresivitatii chimice.

Lucrarile de protectie a betonului impotriva coroziunii cer o atentie deosebita atat in timpul executiei cat si in ceea ce priveste comportarea lor in timpul exploatarei constructiei, pentru ca eventualele degradari sa fie semnalate si remediate imediat, asigurand astfel durabilitatea lor.

Bibliografie

1. *Guidelines on Sustainable Human Settlements Planning and Management*, New York and Geneva, Economic Commission for Europe – United Nations, 1996.
2. GREED, CLARA H. *Intoduction Town Planning*, Longman Group UK Limited, 1993.
3. *Coroziunea betonului. Cauze și fenomene*, Revista Construcțiilor, 2008.
4. *Seismic Rehabilitation of Existing Buildings*, colectivul Institutului de Inginerie Structurală (SEI) al Societății Americane de Inginerie civilă (ASCE), Ed. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, SUA, 2007,
5. Ioani, A.; Filip, M., *Elemente din beton armat avariate și consolidate: caracteristicile structurale și comportarea în timp*. Sesiunea științifică aniversară Construcții – Instalații Brașov, Universitatea Transilvania, Brașov, 2002,