

EFFECTUL COROZIUNII METALULUI ASUPRA DURABILITĂȚII CONSTRUCȚIILOR DIN OȚEL. MĂSURI DE COMBATERE A COROZIUNII

Ion DOLGORUC

Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie, grupa CIC-1901, Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Țibichi Viorica, viorica.tibichi@cms.utm.md

Rezumat: Coroziunea metalelor este considerată unul dintre cele mai periculoase tipuri de distrugere a structurilor metalice. Prin urmare, protecția structurilor metalice împotriva coroziunii este un subiect de cercetare foarte actual, de aceea în aceasta lucrare sunt propuse spre analiză principalele cauze, care provoacă apariția coroziunii și tehnologii moderne de combatere a acestora.

Cuvinte cheie: oțel, coroziune, aliaj, rezistență, protecție.

Introducere

În fiecare an, metalul irosit din coroziune reprezintă aproximativ un sfert din tot fierul produs în lume. Coroziunea produce pierderi de miliarde de dolari în fiecare an, iar rezolvarea acestei probleme este o sarcină importantă. Pierderile reale din aceasta nu pot fi determinate prin evaluarea numai a pierderilor directe, care includ costul unei structuri distruse, costul înlocuirii echipamentelor și costul măsurilor de protecție împotriva coroziunii. Pierderile indirecte sunt și mai dăunătoare. Acestea sunt perioadele de nefuncționare ale echipamentelor la înlocuirea pieselor și ansamblurilor corodate, scurgeri de produse, întreruperea proceselor tehnologice.

De aceea este foarte important să prevenim procesul de coroziune.

De exemplu, daunele provocate de coroziune s-au dovedit a juca un rol semnificativ în prăbușirea podului de argint (Point Pleasant, WV) în 1967 și podul râului Mianus (Connecticut, SUA).



Fig. 1. O secțiune lungă de 100 de metri a podului Interstate 95 care se întinde pe râul Mianus din Greenwich, CT, prăbușit pe 29 iunie 1983 [1]

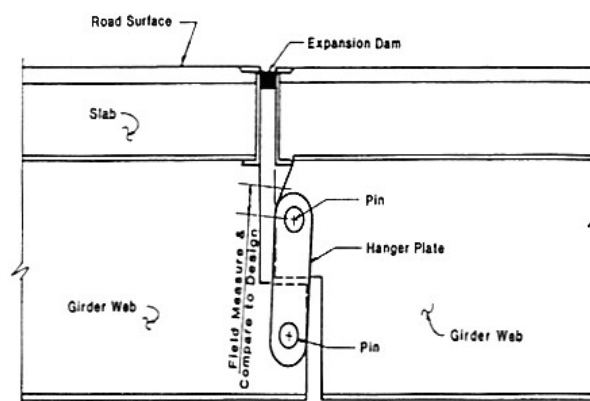


Fig. 2. Rostul dintre grinzi [2]

Prăbușirea podului râului Mianus a fost provocată din cauza unui nivel ridicat de coroziune prezent în centura care lega grinziile principale. Acest lucru a avut loc din cauza lucrărilor de întreținere care au fost efectuate pe pod cu zece ani înainte de prăbușire, în care au fost pavate mai multe conducte de surgere a apei. Acest lucru a forțat apa să se scurgă peste umerașe și astfel să provoace formarea treptată a coroziunii. Datele testelor au arătat că forțele cauzate doar de coroziune au fost suficiente pentru a provoca defectarea centurii.

Cu toate acestea, cel mai adesea sunt metale utilizate pentru principalele structuri portante și de acoperiș. Alegerea structurilor metalice este determinată de avantajele lor tehnice: o mai mare precizie de fabricație, simplitate și precizie de asamblare pe șuruburi de înaltă rezistență, ceea ce le face mai avantajoase, de exemplu, în comparație cu structurile din beton armat.

Coroziunea oțelului este procesul de distrugere chimică sau electrochimică a acestuia. Mediul distructiv poate fi oxigenul din aer, diverse gaze și mai ales soluții apoase - electroliți care se găsesc adesea pe oțel sub forma celui mai subțire strat de apă.

Procesul de coroziune are loc în etape. Atacul inițial are loc în zonele anodice de la suprafață, unde ionii feroși intră în soluție. Electronii sunt eliberați din anod și se deplasează prin structura metalică către catodii de pe suprafață, unde se combină cu oxigen și apă pentru a forma ioni hidroxil.

Factori precum variații ale compoziției/structurii oțelului, prezența impurităților, stresului intern neuniform și/sau expunerii la medii neuniforme, toate afectează procesul de coroziune.

În funcție de tipul mediului coroziv și de condițiile de formare se disting mai multe tipuri de coroziune:

- a) Coroziunea gazoasă este coroziunea chimică a metalelor într-un mediu gazos cu un conținut minim de umiditate sau la temperaturi ridicate. În industria chimică și petrochimică, acest tip de coroziune este obișnuit (de exemplu, în producția de acid sulfuric în etapa de oxidare a dioxidului de sulf, în sinteza amoniacului, în producția de acid azotic și clorură de hidrogen, în sinteza alcoolilor organici);
- b) Coroziunea de contact este cauzată de contactul metalelor cu diferite potențiale staționare într-un anumit electrolit;
- c) Coroziunea prin radiație este coroziunea cauzată de acțiunea radiațiilor radioactive;
- d) Coroziune prin stres - coroziune cauzată de acțiunea simultană a unui mediu coroziv și stres mecanic. Dacă acestea sunt solicitări de tracțiune, atunci poate apărea fisurarea metalului. Cel mai periculos tip de coroziune, în special pentru structurile care suferă de solicitări mecanice. Dacă produsele metalice sunt supuse unor solicitări de întindere ciclice, poate fi cauzată oboseala de coroziune.
- e) Coroziunea provocată de frecare este coroziunea cauzată atât de vibrații, cât și de expunerea la un mediu coroziv. Coroziunea datorată frecării sau vibrațiilor poate fi eliminată alegând materialul de construcție potrivit, reducând coeficientul de frecare.

Pe măsură ce procesul de coroziune progresează, produsele de coroziune tind să se acumuleze în anumite zone ale metalului. Rugina ca produs al coroziunii, datorită porozității sale ridicate, nu formează un strat protector, ci dimpotrivă, prin absorbția umezelii, intensifică procesul de coroziune.

Rezistența la coroziune a oțelurilor nu este aceeași. De exemplu, oțelurile ușoare și slab aliate trebuie protejate împotriva coroziunii. Există un grup de oțeluri care pot fi utilizate fără protecție împotriva coroziunii. Astfel de oțeluri sunt numite rezistente la intemperii. Acestea includ oțeluri slab aliate care conțin cupru, nichel, crom, fosfor etc. Atunci când interacționează cu atmosfera, pe suprafața acestor oțeluri se formează un strat protector natural de produse de coroziune, care previne coroziunea suplimentară.

În majoritatea cazurilor, aliajele de aluminiu sunt mai rezistente la coroziune, deoarece în aer liber suprafața aluminiului și a aliajelor sale este acoperită cu o peliculă subțire de oxid dens care protejează bine metalul. În condiții severe de funcționare a aliajelor de aluminiu în medii agresive, este necesară o protecție suplimentară cu ajutorul diferitelor acoperiri. Piesele din aliaj de aluminiu în contact cu betonul sau oțelul trebuie izolate cu plastic sau alte garnituri sau acoperiri de protecție pentru a preveni coroziunea la contact.

Luarea de măsuri pentru protejarea structurilor metalice de coroziune este la fel de necesară ca asigurarea rezistenței și stabilității acestora. Acest lucru este valabil mai ales pentru structurile de oțel pentru irigare și drenaj, dintre care unele sunt în mod constant în apă, adică în condițiile cele mai dificil de protejat împotriva coroziunii.

Măsurile de combatere a coroziunii pot fi împărțite în trei grupe principale: **constructive, operaționale și de protecție specială.**

Constructiv: alegerea corectă a gradului de oțel, luând în considerare condițiile reale de funcționare și pericolul de coroziune; alegerea corectă a materialelor pentru elemente de fixare și piese, dacă acestea sunt fabricate din alte metale.

Codurile de construcție și standardele industriale impun ca structurile din oțel să fie proiectate pentru a tolera coroziunea sau pentru a fi protejate împotriva coroziunii, unde coroziunea poate afecta rezistența sau capacitatea de întreținere.

În cazul unui risc crescut de coroziune, se utilizează *structuri solide* sau *structuri traversante*, alcătuite dintr-un număr mic de elemente solide mari, care sunt mai ușor de inspectat, mai ușor de curățat și vopsit folosind mecanisme.

În structurile supuse precipitațiilor atmosferice, ar trebui acordată preferință unor astfel de secțiuni de elemente și structuri de ansambluri care ar elimina posibilitatea intrării și stagnerii apei și acumulării pe termen lung de zăpadă.

În structurile care sunt periodic în apă (precum și predispuse la stropirea valurilor), este necesar să se asigure un drenaj rapid al apei și, dacă este posibil, îndepărtarea majorității sedimentului cu această apă. În elementele în formă de jgheab situate orizontal, este necesar să se amenajeze *găuri speciale pentru scurgerea apei*. Toate nervurile proeminente în sus în astfel de elemente împiedică fluxul de apă și curățarea de murdărie și sedimente.

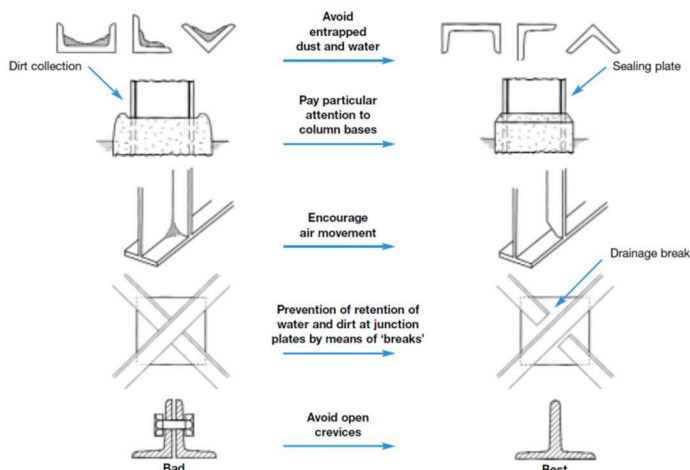


Fig. 1. Metode de proiectare, care previn apariția coroziunii [3]

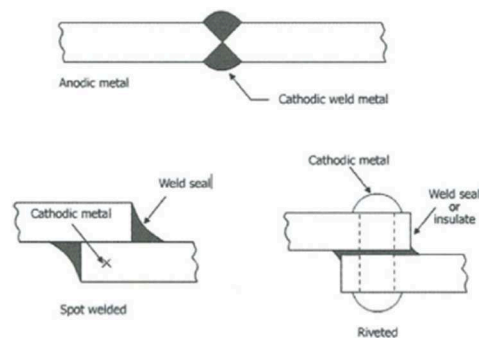


Fig. 2. Procesul de apariție a coroziunii [4]

Operațional: crearea și respectarea unui astfel de regim care ar reduce depunerea prafului și a emisiilor industriale pe elementele structurale; ventilarea intensivă a spațiului din apropierea structurilor pentru a reduce concentrația de gaze dăunătoare, precum și pentru a reduce temperatura aerului și a structurilor.

Ventilația ar trebui să creeze un regim de uscare în zona amplasării structurilor, care previne condensarea și adsorbția umezelii pe părțile structurii și contribuie la îndepărtarea rapidă a umezelii. Structurile trebuie inspectate periodic pentru a identifica locurile de deteriorare a acoperirilor de protecție și locurile de dezvoltare a coroziunii; de curățat și reparat astfel de locuri; de reînnoit complet învelișurile de protecție ale structurilor.

Măsurile speciale de protecție. Principalele probleme asociate cu utilizarea apei în procesele tehnologice sunt corozivitatea ridicată și tendința de a forma depozite. Acest lucru reduce eficiența proceselor tehnologice și accelerează uzura echipamentelor și structurilor. Întreprinderile suferă pierderi economice semnificative din cauza coroziunii produselor laminate și a produselor finite în timpul depozitării și transportului lor.

O măsură care oferă o garanție completă împotriva coroziunii este *introducerea aditivilor de aliene* în compoziția oțelului în timpul topirii, făcând *oțelul inoxidabil*.

Introducerea nichelului, cromului, cuprului și a altor aditivi în zecimi la sută din greutatea oțelului face ca acest oțel să fie mult mai rezistent la coroziune decât oțelurile carbon de calitate obișnuită.

Diferite tipuri de acoperiri artificiale sunt utilizate pentru a proteja structurile metalice de coroziune. Sunt vopsea și lac (din diverse materiale) și izolatoare metalice. Pentru aplicarea de acoperiri izolante metalice, *placare* (acoperire în timpul laminării la temperaturi înalte cu un strat de aluminiu pur cu o grosime de aproximativ 2% din grosimea foi), *anodizare* (acoperire în acid sulfuric sau cromic sub influența curentului continuu), *galvanizare* (acoperire cu un strat de zinc sau nichel urmat de straturi de cupru, cadmiu, crom etc.) și *pulverizare* (utilizată după instalare).

Se cunosc tot mai multe acoperiri din plastic realizate din polietilenă, polizobutilenă, fluoroplastic, nailon, clorură de polivinil etc., care au o rezistență ridicată la apă, acid și alcali. Structurile subterane, cum ar fi conductele, sunt protejate împotriva coroziunii cu bitum și asfalt, precum și cu benzi polimerice și emailuri;

Inhibitorii de coroziune sunt folosiți pe scară largă astăzi. Acestea sunt substanțe care încetinesc coroziunea metalelor. Efectul inhibitorilor de coroziune se datorează unei modificări a stării suprafeței metalice datorită adsorbției inhibitorului sau formării compușilor slab solubili cu cationi metalici. Inhibitorii de coroziune pot acționa în două moduri: reduc suprafața activă sau schimbă energia de activare a procesului de coroziune.

Concluzii

Efectele coroziunii asupra structurilor metalice sunt globale. Milioane de dolari sunt cheltuiți în întreaga lume pentru reparații și reabilitarea structurilor.

Prin urmare, este cu atât mai important să înțelegem diferitele forme de coroziune și efectele acestora asupra componentelor structurale din oțel.

Măsurile de control al coroziunii ar trebui luate în considerare în timpul procesului de proiectare, apoi în timpul procesului de fabricație și pe parcursul întregii funcționări a structurilor.

Referințe:

1. Mianus River Bridge Collapses – Today in History: June 28
<https://connecticuthistory.org/mianus-river-bridge-collapses-today-in-history/>
2. The Mianus River Bridge Collapse Introduction
<https://hozir.org/the-mianus-river-bridge-collapse-introduction.html>
3. Prevention of Corrosion <http://learn-corrosion.weebly.com/prevention-of-corrosion.html>
4. TARANENCO, A.; ȚIBICHI, V. Influența parametrilor de undulare asupra capacității portante a grinzii cu inimă sinusoidală. In: *Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului: tezele Conferinței Tehnico-Științifice Internaționale, UTM, ediția X-a, Chișinău, 27 noiembrie, 2020. Chișinău, 2020.*
5. CORROSION CONTROL BY DESIGN
https://www.uobabylon.edu.iq/eprints/publication_12_18403_228.pdf
6. MULTI-SCALE EFFECTS OF CORROSION ON STEEL STRUCTURES
https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=akron1469007207&disposit ion=inline