
CORROSION OF THE REINFORCED CONCRETE IN THE INDUSTRIAL BUILDING OF BATTERY ELECTROLYTE PRODUCTION IN TREPÇA KORROZIONI I BETONARMESË NË OBJEKTIN INDUSTRIAL PËR PËRGATITJEN E ELEKTROLITIT TË BATERIVE NË TREPÇË

ALI SADIKU^{a*}, MURSEL RAMA^a, FERAT SHALA^b, BEHAJDIN SKEJA^a, BEKIM BAJRAKTARI^c, MILAIM SADIKU^a
(^a –FXM; ^b- FIEK, ^c- FSHTA), UP

^{a*}Departamenti i Teknologjisë; FXM; Universiteti i Prishtinës, Kosovë
Parku industrial TREPÇA, Mitrovicë, Kosovë
Email: alisadiku@hotmail.com

AKTET IV, 2: 305-310, 2011

PERMBLEDHJE

Konstruksionet e objekteve të cilat janë me betonarme, gjatë shfrytëzimit i nënshtrohen veprimit të dëmshëm të faktorëve të natyrës kimike dhe fizike. Në objektin për përgatitjen e elektrolitit në industrinë e baterive Trepça, vërehet shumë qartë ndikimi i mesit agresiv në korrozionin e betonit. Sipërfaqja e ndërtesës ka qenë e mbrojtur me pllaka kundër acide, por korrozioni ka përfshirë shumicën e sipërfaqes dhe është korrozion sulfat. Produktet e korrozionit janë kripëra sulfate që kanë vëllim të madh dhe shkaktojnë ndarje në mes shtresës mbrojtëse e betonit dhe dëmtim të strukturës së betonarmesë. Me formimin e plasaritjeve krijohen kushte që të korrodojnë shufrat e çelikut në beton, që është proces elektrokimik e që ka pasoja në funksionalitetin dhe sigurinë e objektit. Qëllimi i punimit është përcaktimi i shkallës së dëmtimit, pasojat nga degradimi i betonit dhe masat që duhen ndërmarrë për mbrojtjen nga korrozioni i mëtejshëm në objekt.

Fjalët kyçe: acid sulfurik, beton, betonarme, çelik, korrozion.

SUMMARY

Constructions which are built from reinforced concrete during their utilization are exposed to harmful agents, which can be of chemical or physical nature. On the premises of electrolytes preparation in Battery Factory Trepça are clearly notice the impact of aggressive environment in concrete. Surface area of the building was protected with acid resistant ceramics, but corrosion is noticeable across most of the surface, manifested as sulphate type corrosion. Corrosion products are sulphate salts that have large volume and cause separation between protective layer and concrete and damage the structure of reinforced concrete. The formation of cracks creates the conditions for corrosion of steel bars, which is the electrochemical process that has consequences on the functionality and security of the facility. The purpose of the paper is to determine the degree of damage, consequences of degradation of concrete and measures to be taken for protection from further corrosion at the facility.

Key words: sulfuric acid, concrete, reinforced concrete, steel, corrosion.

HYRJE

Betoni dhe betonarmeja sot janë materialet më të përhapura ndërtimore. Për vetitë, funksionin e kontributin e betonit në qëndrueshmërinë e veprave, me të drejtë ai konsiderohet si materiali më “inteligjent” i zbuluar nga njeriu [4].

Konstruksionet e ndërtesave dhe objekteve të tjera prej betoni gjatë procesit të eksploatimit i nënshtrohen edhe ndikimeve të ndryshme të faktorëve të natyrës fizike dhe kimike.

Korrozioni i betonit është proces i shkatërrimit si pasojë e reaksioneve kimike të substancave

agresive nga mjedisi dhe të përbërësve të betonit. Korrozioni kimik i betonit mund të shkaktohet nga uji, tretësirat ujore të materialeve të ndryshme organike dhe inorganike në gjendje agregate të ngurtë, lëngët ose gaztë.

Qëndrueshmëria e betonarmesë kryesisht varet nga mundësia e depërtimit të substancave agresive në strukturat e betonit. Shembujt më të shpeshta të këtij lloji korrozioni janë korrozioni sulfat dhe korrozioni në ujë të detit.

Si rezultat i reaksioneve kimike në mes të tretësirave të sulfateve dhe përbërësve të çimentos, formohen produkte të korrozionit që shoqërohen me rritje të vëllimit 2 deri 2,5 herë. Si rrjedhojë shfaqen nderje të brendshme të cilat shkaktojnë plasaritje të shtresave mbrojtëse dhe degradimin e strukturave të betonit.

Degradimi i strukturave të betonit zakonisht i paraprinë korrozionit të armaturës së çelikut në beton. Korrozioni i çelikut ndodh për shkak të zvogëlimit të alkalitetit në beton, pra kur $\text{pH} < 12$, gjatë karbonizimit dhe të ndikimit aktivizues të klorureve dhe sulfateve.

Varësisht nga shkalla e degradimit të strukturave së betonarmesë ato mund të riparohen. Njëra nga mënyrat e riparimit është vendosja e betonit të freskët, i cili duhet të siguroj që çeliku prapë është kthyer në mesin alkalik[2], mjedis që favorizon formimin e shtresës pasive dhe ndërprerjen e korrozionit si dhe zbatimin e ndonjë sistemi të përshtatshëm të mbrojtjes nga korrozioni në atë mjedis agresiv.

Shkallët e agresivitetit të mjedisit sipas standardit evropian EN 206-1		Përqendrimi i joneve sulfate SO_4^{2-} mg/l	
Cilësimi i mjedisit	Simboli	Ujë	Tokë
Me agresivitet të vogël	XA1	≥ 200 deri ≤ 600	≥ 2000 deri ≤ 3000
Me agresivitet të mesëm	XA2	> 600 deri ≤ 3000	> 3000 deri ≤ 12000
Me agresivitet të madh	XA3	> 3000 deri ≤ 6000	< 12000 deri ≤ 14000

Tabela 1. Shkallët e agresivitetit të mjedisit dhe përqendrimi i joneve SO_4^{2-} sipas standardit evropian

Korrozioni sulfat i betonit

Klasifikimi i mjediseve agresive dhe përqendrimi i joneve sulfate në të cilat janë ekspozuar strukturat e betonit janë dhënë me standardin evropian EN 206 -1, (tab.1)[6]. Korrozioni sulfatik ndodh nga veprimi në beton i ujërave me përmbajtje prej 250 mg/l të joneve SO_4^{2-} .

Degradimi ose shkatërrimi i strukturave të betonit shkaktohet nga veprimi i solucioneve agresive të acidit sulfurik mbi përbërësit e ngurtësuar të çimentos, kryesisht të $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Reaksionet kimike të këtyre komponentëve të çimentos me tretësirat e acidit sulfurik mund të paraqiten me barazimet[1]:

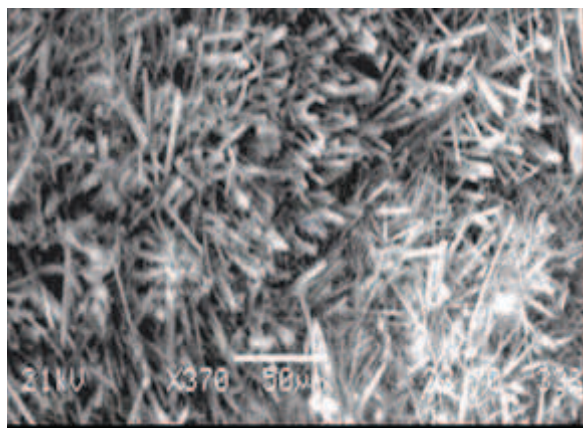
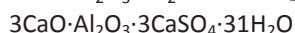
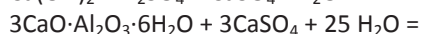


Figura 1. Kristalet e etringitit

Formimi në pore i hidrosulfoaluminatit të kalciumit (etringiti) shoqërohet me rritje të

vëllimit prej 2 deri 2,5 herë, në krahasim me vëllimin e komponentëve nga të cilat krijohet. Si rrjedhojë shfaqen nderje të brendshme të cilat mund të kalojnë kufirin e rezistencës në tërheqje të betonit, që shkaktojnë plasaritje në betonarme.

Kristalet e etringitit kanë formë gjilpërave të gjata e të holla, i ngjajnë bacileve dhe për shkak të veprimit të tyre shkatërrues quhen bacilet e çimentos (fig.1).

Korrozioni i çelikut në strukturat e betonit

Korrozioni i çelikut në beton është proces elektrokimik (fig. 2), ndodh për shkak të zvogëlimit të alkalitetit të elektrolitit që e rrethon çelikut (pH<12) dhe shkaktohet nga jonet aktivizuese klorure ose sulfate [5], të cilat arrijnë deri të çeliku.

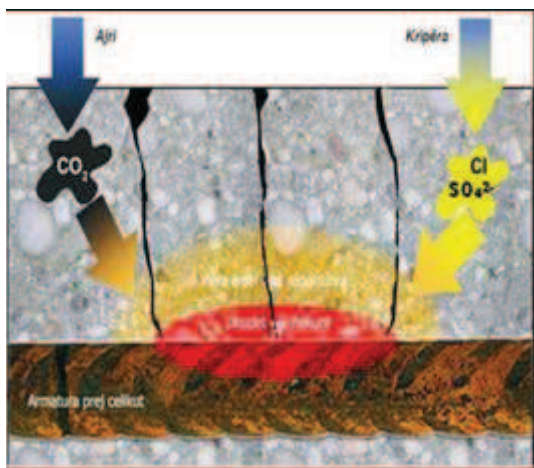


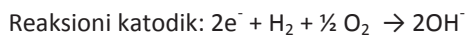
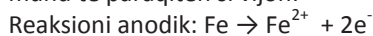
Figura 2. Korrozioni i çelikut në beton

Korrozioni lajmërohet gjatë depërtimit jo të njëtrajtshëm të joneve aktivizuese në beton, të cilat shkatërrojnë cipën pasive të armaturës dhe shpejtësia varet nga përshkueshmëria e betonit për agjentët e korrozionit.

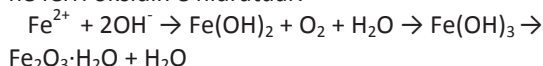
Depërtimi i joneve sulfate në strukturat e betonit në fillim ka karakter difuziv, por më vonë komplikohet. Mekanizmi fillestar është përthithja e tyre veçanërisht kur sipërfaqja është e thatë, por nëse betoni është në kontakt direkt me tretësirat sulfate atëherë absorbimi është i

shpejtë, duke pas parasysh porët dhe kapilaret në gurin e çimentos[1].

Reaksionet e korrozionit të çelikut në betonarme mund të paraqiten si vijon:



Reaksionet anodike dhe katodike janë reaksionet e para të formimit të oksideve të hekurit. Shkallë tjera janë formimi i ferro hidroksidit, i cili oksidohet dhe kalon në ferri hidroksid dhe pastaj në ferri oksidin e hidratuar.



Oksidi ferrik i pahidratuar ka vëllim deri dy herë më të madh se hekuri që ka reaguar. Kur hidratohet ai bëmehet dhe bëhet më poroz, kjo shkakton rritjen vëllimi në fazën kufitare çelik-beton nga 2 deri 10 herë [1]. Kjo rritje shkakton plasaritje dhe ceflisje të shtresave të betonit.

MATERIALET DHE METODA

Të dhëna për objektin e përgatitjes së elektrolitit

Korrozionit sulfat i betonarmese është hulumtuar në objektin e përgatitjes së elektrolitit (tretësirave të acidit sulfurik) në Industrinë e baterive Trepça, në Mitrovicë.

Gjatë procesit të prodhimit në Ind. e baterive Trepça, përdoren sasi të mëdha të tretësirave të acidit sulfurik me densitete të ndryshme. Në këtë objekt, strukturat e betonit kanë qenë dhe janë nën ndikimin e veprimit agresiv të tretësirave të acidit sulfurik.

Objekti ka pesë kate, të gjitha pllakat e kateve janë nga betonarmeja ndërsa muret janë nga tullat. Materiali për punim e strukturave të betonarmesë është betoni i markës MB 300, ndërsa armatura e hekurit është çelik i konstruksioneve [3]. Mbi sipërfaqen e dyshemeve është vënë shtresa mbrojtëse me pllaka kundër acide, muret janë të veshura me pllaka qeramike ndërsa sipërfaqet e traversave mbajtëse dhe tavaneve janë të lyera me lyerës kundër acid.

Vendet e sulmuara nga korrozioni sulfat dhe matja e sipërfaqeve të dëmtuara janë përcaktuar me kontrollim vizuale dhe matjet fizike në objekt,

si mjet ndihmës është përdor aparatit fotografik digjital.

Rezultatet e matjeve të sipërfaqeve të dëmtuara në objekt nga korrozioni sulfat janë dhënë në tab. 2. Ndërsa lartësia e ngritjes së shtresës së pllakave si pasojë e formimit të produkteve të korrozionit në strukturat e betonit është dhënë në tabelën 3.

Kati	Sipërfaqja e katit,	Sipërfaqja e dëmtuar	
	m ²	m ²	%
Përdhes	258,42	28	10.8
I	215,62	140	64.9
II	215,62	153	70.9
III	215,62	148	68.6
IV	122,46	110	89.8
Gjithsej	1027.74	579	56,35

Tabela 2. Sipërfaqja dëmtuar e shtresës së betonarmesë nga veprimi agresiv i tretësirave të acidit sulfurik

Kati	I	II	III	IV
Ngritja mesatare e shtresës së pllakave, cm	12	10	15	18
Thellësia e depërtimit të korrozionit në beton, cm	1 – 1,5	2 – 3,2	3 – 3,5	3 – 4, 5

Tabela 3. Lartësia e ngritjes së shtresës së dëmtuar dhe thellësia e depërtimit të korrozionit

Për përcaktimin e thellësisë së shtresës së dëmtuar është bërë matja e vlerës pH të tretësirave ujore të produkteve të korrozionit. Matja e vlerës pH është bërë me indikator universal të tipit Merck. Për marrjen e mostrave të produkteve të korrozionit në dyshemetë e kateve kemi larguar pllakat në 2 vende me sipërfaqe 18x36cm. Thellësia mesatare e

depërtimit të korrozionit për këto vende është dhënë në tabelën 3.

Për të treguar karakterin acidik të produkteve të korrozionit sulfat kemi matur vlerën pH të tretësirave të produkteve të korrozionit nga vendet e dëmtuar. Mostrat e këtyre produkteve janë marr në vende të ndryshme me anë të shpueses mekanike. Vlerat e matura të pH janë dhënë në tabelën 4.

Vendi i marrjes së mostrave	Mbi sipërfaqe	Bazamentet e rezervuarëve	Tavanet	Sipërfaqja e padëmtuar
Vlera pH	03-Jan	06-May	5 - 9	12

Tabela 4. Vlera pH e produkteve të korrozionit në objekt

DISKUTIMI I REZULTATEVE

Duke ditur kushtet dhe destinimin e objektit nuk ka dyshim se degradimi i betonit në këtë objekt është shkaktuar nga veprimi agresiv i tretësirave të acidit sulfurik, pra kemi të bëjmë me korrozionin sulfat të betonit respektivisht të betonarmesë.

Nga kontrolli vizuale vërehet se dëmtimet nga korrozioni sulfat janë pasojë e dëmtimit fillestar të shtresës mbrojtëse të pllakave kundër acid. Dëmtimi i kësaj shtrese në fillim është shkaktuar gjatë instalimit të rezervuarëve, sidomos bazamentet mbajtëse të tyre, që më vonë ka mundësuar degradimin e strukturës së betonit në çdo kat (fig. 3 dhe 4).



Figura 3. Sipërfaqe e dëmtuar**Figura 4.** Lartësia e ngritjes së shtresës mbrojtëse**Figura 5.** Korrozioni i betonit dhe armaturës**Figura 6.** Korrozioni i betonarmesë

Ndërsa në pjesën e dyshemeve të rrafshëta sulmi në strukturat e betonit është pasojë e depërtimit të tretësirave acide nëpër vrimat e shtresës mbrojtëse ose në vijat ndarëse të pllakave. Degradimi i strukturave të betonit nga agresioni

sulfat pasqyrohet me ngritjen e sipërfaqeve të tëra të pllakave mbrojtëse, fig.3 dhe 4.

Nga këto të dhëna dhe duke ditur ambientin në të cilën është punuar lehtë mund të konkludojmë se këto “ngritje” të shtresës mbrojtëse janë pasojë e shkatërrimit të strukturave të betonit. Ngritja ekstreme në vende të caktuar arrin vlerën prej 25 cm.

**Figura 7.** Mostrat e produkteve të korrozionit sulfat

Produktet e korrozionit në këto sipërfaqe janë përzjerje e produkteve të korrozionit të betonit dhe shtresës ngjitëse të pllakave me beton.

Korrozioni sulfat i strukturave të betonit është më i dukshëm në pjesët kulluese të secilit kat, dhe atë në sipërfaqet e poshtme të dyshemesë ose të tavaneve, figura 6 dhe 7. Këto pjesë kanë qenë të mbrojtura me vetëm me shtresë të lyerësit kundër acid. Në të gjitha vendet ku kalojnë tubat kulluese shihen qartë produktet e korrozionit të betonit. Sipërfaqja e dëmtuar rreth këtyre gypave është rreth 1 m². Te këto vende pjesa e degraduar e betonit ka rënë për shkak të gravitetit dhe mund të shihet armatura e korrodur në këto struktura të betonit, fig. 6 dhe 7.

Mostrat e produkteve të marra mbi sipërfaqe (fig. 3) kanë vlera pH =1-3 në shumicën e rasteve, sigurisht edhe për shkak të pranisë së tretësirave të acidit sulfurik.

Mostrat e marra me anë të shpimit me shpuese në bazamentet e rezervuarëve (thellësi shpimi 10 cm) kanë vlerën pH=5-6, çka tregon se betoni në këto vende është shumë i dëmtuar. Në vendet ku

produktet e korrozionit janë larguar (fig. 6 dhe 7) pH është 5-9, ndërsa pH e strukturave të padëmtuar të betonit është 12.

Edhe pse në objekt sasia e elektrolitit që përgatitet tani është minimale, nga vlerat e pH të produkteve të korrozionit mund të konkludojmë se korrozioni sulfat në betonarme në këtë objekt ende vazhdon dhe riparimet e strukturave të betonarmesë në këtë objekt duhet të bëhen në mënyrë emergjente.

PËRFUNDIME

Në bazë të kontrollit vizual, matjeve të sipërfaqeve të dëmtuara, përcaktimit të thellësisë së sulmit të korrozionit, vlerës pH dhe duke njohur kushtet e punës në objekt, shihet qartë se degradimet e strukturave të betonit janë shkaktuar nga veprimi agresiv i tretësirave të acidit sulfurik. Dëmet e shkaktuara janë pasojë e mungesës së mirëmbajtjes jo adekuate gjatë kohës dhe mos riparimi i menjëhershëm i dëmtimeve të shtresës mbrojtëse.

Pasi që në Industrinë e baterive edhe pas privatizimit do të vazhdohet me prodhimin e baterive të plumbit, nevojitet që të riparohet objekti për përgatitjen e elektrolitit, sepse nëse vazhdohet me progresin e sulmit të korrozionit sulfat, ndërtesa mund të pësojë dëmtime të riparueshme.

Zgjedhja e mënyrës së riparimit varet nga shkalla e dëmtimit, kompleksiteti i konstruksionit, kostoja e riparimit dhe preferencat e specialistëve.

Për rastet e tilla në praktikën botërore zakonisht rekomandohet përdorimi i mbrojtjes me barrierë,

evitimi i kontaktit të tretësirave agresive të H_2SO_4 me strukturat e betonit, dhe në këtë rast duhet përdor pllaka kundër acide[5]. Mënyra e riparimit në këtë rast është instalimi i shtresave mbrojtëse të reja, zëvendësimi i shtresës së betonit të dëmtuar me beton të freskët, si dhe ndërimi i armaturës së dëmtuar. Me vendosjen e betonit të ri, do të krijoheshin kushte që pH të ketë vlera 12–12,5 dhe çeliku do të ishte pasiv, i mbrojtur nga korrozioni. Për riparimet e nevojshme përveç mjeteve financiare, nevojitet që punët për sanimin e dëmtimeve nga korrozioni sulfat të kryhen me korrektësi dhe profesionalizëm.

BIBLIOGRAFIA

1. Broomfield P.J., "Corrosion of steell in concrete, Understanding, investigation and repair" London & New York, 2003, faqe 6-15, 20–28, 51–53, 85-103;
2. Concrete Society Technacal report, "Repair of concrete damaged by reinforcement corrosion" No 26, London 1985, faqe 5-9, 15-25
3. Dokumentacioni teknik në Industrinë e baterive: "Projekti ndërtimor dhe i pajisjeve në objektin për acid sulfurik" Instituti Plumb Zink Trepça, Mitrovicë, 1984
4. Kadiu F., "Teknologjia e materialeve të ndërtimit", Tiranë 2004, faqe 157-167; 181-183; 292-297;
5. Mladenović S. "Korozija i zashtita materijala", Beograd 1985, faqe 66-70
6. <http://www.zag.si>.