

conf. univ., dr.ing. Iurie DOHMILĂ;
asist. univ., doctorand ing.Constantin CEMURTAN;
asist. univ., masterand ing.Nicolae LUCAȘENCO;
masterand ing.Sergiu BAZIC, UTM;
conf. univ., dr.șt.tehn. Lupușor Nicolae, ICȘC „INCERCOM” ÎS,
MOLDOVA

COROZIUNEA ȘI PROTECȚIA ARMATURII BETONULUI

Abstract

The article presents the methodology for protection of concrete reinforcement corrosion by using the complex existing methods, including the application of coatings polymer concrete surfaces, resistant to cracking, and high chemical resistance in terms of exploitable data.

Rezumat

Articolul de față își propune să prezinte metodologia de protecție de coroziune a armaturii betonului prin folosirea în complex a metodelor existente, inclusiv prin aplicarea pe suprafețele din beton a acoperirilor polimerice, rezistente la fisurare, și cu rezistență chimică înaltă în condițiile de exploatare date.

Резюме

Этот документ призван представить методологию для защиты от коррозии арматуры в бетоне с помощью существующих комплексных методов, включая применения полимерных покрытий устойчивых к растрескиванию, и высокая химическая стойкость в условиях эксплуатации.

Introducere

În prezent, creșterea continuă a costurilor de construcție face ca uneori să fie mai avantajoasă repararea și consolidarea construcțiilor degradate din beton, chiar dacă procesul de degradare a atins un stadiu destul de avansat.

Odată cu degradarea betonului concomitent are loc degradarea armaturii prin coroziune. În rezultat, construcția își pierde capacitatea portantă.

Armatura în beton este protejată împotriva coroziunii în primul rând prin pasivitatea dată de alcalinitatea betonului (valoarea pH-ului în porii umpluți cu apă trebuie să fie mai mare de 9.0).

La asemenea valori ale pH-ului, formarea peliculei microscopice la suprafața oțelului face imposibilă degradarea lui, chiar în prezența umezelii și oxigenului.

Însă, în unele cazuri (existența curenților vagabonzi, filtrarea apei prin beton, acțiunea diferitelor microorganisme etc.), armatura în beton poate fi supusă procesului de coroziune și în cazurile când pH-ul betonului depășește valoarea 9.0.

Cerințe privind starea suprafeței betonului, destinată reparației și consolidării.

Conform prevederilor documentelor normative și recomandărilor bibliografice privind protecția anticorozivă a betonului, construcțiile din beton destinate izolării și protecției anticorozive prin aplicarea diferitelor acoperiri (de mortar, prin placare, polimerice etc.) trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- limita de rezistență la compresiune a stratului superficial al betonului – de minim 15 MPa;
- rugozitatea – de maxim 2 mm;
- cantitatea cavităților și adânciturilor – de maxim 2 % pe suprafață la adâncimea de maxim 2 mm;
- porozitatea de suprafață – de maxim 5 %, iar umiditatea de suprafață – de maxim 4 % în masă;
- fisuri, de stratificări, știrbituri, pete uleioase, umflături nu se admit.

Materiale de reparații și protecție.

Mortare de reparații. Succesul intervențiilor de reparații este legat mai ales de alegerea potrivită a materialelor folosite.

Mortarele de reparații trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- aderență foarte bună la betonul existent și la armatură;
- coeficient de contracție foarte mic sau mai exact coeficientul de expansiune a materialului proaspăt să fie mai mare decât cel de contracție în stare întărită (de aceea aceste materiale se numesc mortare cu contracție controlată);
- rezistență la factorii agresivi din mediu și un grad mare de impermeabilitate.
- ușurință în aplicare.

Folosirea mortarelor tradiționale pe bază de ciment s-a dovedit nesatisfăcătoare deoarece contracția amestecului proaspăt este una din cauzele cele mai frecvente ale insuccesului, care consta de obicei în desprinderea materialului de reparație de la suport sau apariția fisurilor pe suprafețele reparate. Mortarele predozate, produse de firma MAPEI, sunt armate dispers cu

microfibre care reduc apariția fisurilor la întărire, au o expandare controlată (reducând astfel apariția contracțiilor la întărire) și produc în contact cu armatura sau cu un suport suficient de rugos o precompresiune în materialul de reparații aplicat.

Structurale și nestructurale. Pentru consolidări și cămășuiri pentru structuri cu pereți din beton, roci sau zidării de caramidă, refacerea pereților galeriilor și tunelelor săpate prin rocă sau cu zidărie din piatră, reparații la structurile degradate ale podurilor, reparații la lucrări și structuri hidrotehnice (canale, galerii, bazine; reparații la structurile industriale din beton; material de consolidare a zidurilor la lucrări de excavare și decopertare, ca material de torcret la construcția de piscine, etc.) se recomandă utilizarea mortarului monocomponent pe bază de ciment, armat dispers cu microfibre, cu utilizare polivalentă, pentru torcret în procedeu umed sau torcret uscat, cu rezistență la carbonatare, la agresivitatea clorurilor și a sulfatilor de tip Mapegrout Gunit.

Mortare de reparații, cu consistența fluidă, cu aplicare prin turnare pentru reparații structurale și nestructurale.

În cazul când datorită grosimii de aplicare și a geometriei elementelor sau suprafețelor de reparat, situația impune folosirea unui mortar cu consistența fluidă, turnat prin cofrare, reabilitarea și consolidarea de structuri, în cazul pilelor și a grinzilor din beton armat la poduri, repărții la grinzile din beton armat precomprimat în cazul viaductelor, refaceri ale betonului, rosturi de dilatare la poduri, repararea suprafețelor deteriorate la pardoseli industriale, drumuri sau piste aeroportuare din beton, umplerea rosturilor rigide dintre elementele din beton se recomandă utilizarea mortarului monocomponent, cu contracție compensată, armat dispers cu microfibre, cu consistența foarte fluidă pentru reparații, cu aplicare prin turnare fără vibrație de tip **Mapegrout Colabile (HI-Flow)**.

Liant pe bază de ciment pentru paste de injecții, mortare sau betoane, cu consistența fluidă pentru reparații structurale și nestructurale.

În cazurile necesității umplerii fisurilor sau a golurilor din zidării sau din roci naturale cu compoziții cu efect expansiv se recomandă utilizarea pastelor de injecții de tipul **Stabilcem** pe bază de ciment de înaltă rezistență. Cu **Stabilcem** se pot prepara paste de injecții pentru umplerea fisurilor și betoane cu contracție controlată de subturnare, betoane și mortare cu contracție controlată, fără segregare pentru umplerea rosturilor rigide, betoane de înaltă rezistență cu consistență fluidă, pentru cămășuiri. **Stabilcem** se amestecă cu apă sau cu apă și agregate în funcție de utilizare. Se aplică pe suport pregătit mecanic, rugos, saturat cu apă, dar zvântat la suprafață.

Mortar epoxidic cu consistență fluidă pentru reparații rezistente la trafic, încărcări, șocuri și abraziune.

În cazurile când pentru reparații sunt necesare compoziții de înaltă fluiditate și de înaltă rezistență pentru reparații se recomandă mortarul epoxidic de tipul **Planigrout 300**. Se utilizează pentru realizarea de fixări, reparații și umpleri de structură, repararea sau consolidarea structurală a grinzilor sau a stâlpilor prin turnarea mortarului în cofraje, reconstrucția și repararea rosturilor deteriorate ale pardoselilor industriale, repararea căilor de rulare ale macaralelor tip pod, supuse la vibrații puternice, repararea rosturilor dintre dalele din beton la pardoseli industriale, umplerea cavitațiilor sau a găurilor chiar de mari dimensiuni la pardoseli sau dale din beton, repararea fundațiilor pentru mașini unelte tip prese sau mașini grele în general, egalizarea suprafeței elementelor de susținere și legătură a grinzilor la poduri, ancorarea structurală a elementelor metalice buloane, tiranți, conectori, bare din oțel beton în suprafețe din beton, piatră sau rocă naturală.

Materiale epoxidice pentru injecție în beton - repararea fisurilor.

Materialele epoxidice bicomponente fără solvenți posedă rezistență chimică și mecanică înaltă, de asemenea aderență înaltă la beton, de aceea ele se recomandă pentru umplerea fisurilor în construcțiile de beton și mortar. Ele se injectează cu pompă de mică presiune 1 - 2 atmosfere în fisuri la structurile portante și neportante din beton degradate prin suprasarcini, impact seismic, închiderea prin injecție a cavitațiilor aferente cablurilor de tensionare la elemente din beton post-comprimat; consolidări structurale prin injecții cu presiune joasă, consolidări structurale prin lipirea de tole de oțel pe elemente din beton (tehnica betonului placat), refacerea impermeabilității la bazine, tancuri și canale care au fisuri, prin injectarea fisurilor, adeziv fluid pentru ancorări conectori, bare de oțel beton și tiranți metalici. Se aplică pe suport pregătit mecanic, rugos și uscat. Armaturile de ancorare trebuie aduse la stadiul de „metal alb”.

Tot în acest scop se recomandă utilizarea compoziției tip Epojet LV, care prezintă rășină epoxidică bicomponentă, cu viscozitate foarte scăzută, superfluidă pentru injecții în microfisuri. De exemplu: sigilări și monolitizări a microfisurilor prin injecție cu presiune joasă la structurile din beton sau simplă turnare în cazul fisurilor la șape, reparații structurale la grinzi, stâlpi și planșee prin injecții de joasă presiune, adeziv fluid pentru injectări la consolidări prin tehnica betonului placat cu tole de oțel, refaceri ale elementelor arhitectonice ale clădirilor istorice, repararea prin injecții la structuri degradate din beton datorită seismelor, a tasărilor sau lovirilor accidentale, etc. Se aplică pe suport pregătit mecanic și uscat.

Protecția anticorrosivă a armaturii prin crearea structurii dense a betonului cu adaosuri plastifiante.

În prezent în țările industrial dezvoltate se dezvoltă cercetările și folosirea practică a diferitelor adaosuri pentru plastificarea amestecurilor de beton. Utilizarea superplastifianților în amestecurile de betoane mărește plasticitatea lor fără micșorarea rezistenței mecanice a betonului, ceea ce permite trecerea la amestecuri plastice, inclusiv fluide.

Experiențele de utilizare ale adaosurilor superplastifiante dau posibilitatea ca procesul de fasonare a amestecului de beton, inclusiv și transportarea sa, să devină mai eficiente și, totodată, măresc rezistența mecanică a articolelor și a elementelor din beton și beton armat, de altfel și rezistența timpurie (în primele zile de întărire). Astfel procesul de întărire decurge de (3 - 4) ori mai rapid, micșorând durata de fasonare.

Ca rezultat al micșorării cantității de apă, necesară pentru obținerea unei anumite plasticități, respectiv betonul obține și o porozitate mai mică.

Analiza rezultatelor obținute ale cercetărilor și ale experiențelor practice privind utilizarea superplastifianților la producerea amestecurilor de betoane și mortare a demonstrat eficacitatea folosirii acestora în amestecurile pe bază de ciment pentru hidroizolații.

Ca plastifiant pentru construcțiile hidrotehnice se utilizează și SBD. Spre deosebire de superplastifianți acesta, în fazele inițiale de întărire, nu oferă majorarea rapidă ale rezistențelor mecanice: amestecul de ciment cu nisip de cuarț cu o cantitate de (1 - 1,5) % de SBD nu se întărește timp de (1 - 2) zile.

Acțiunea superplastifianților la sistemul ciment - apă constă în aceea că particulele de ciment se dispersează în apă. Cercetările efectuate pentru determinarea influenței plastifiantului C - 3 la proprietățile de rezistență au demonstrat că cea mai mare rezistență amestecul de ciment-apă o obține la conținutul superplastifiantului în cantitate de până la 1,5 % de la masa cimentului.

Pentru materialele hidroizolante permeabilitatea, absorbția apei și stabilitatea la apă constituie criteriile de bază care determină posibilitatea acoperirilor de protecție de a rezista la acțiunea și influența apei timp îndelungat.

Acoperiri polimerice.

Specialiștii institutelor de cercetări științifice NIIJB și ҮНИСК (Russia) pentru izolare și protecție anticorrosivă a construcțiilor din beton, cărămidă, azbociment, lemn recomandă folosirea acoperirilor polimerice diluabile cu apă de tipul VD-AK-1F și VD-KC-1F. Aceste acoperiri polimerice asigură protecția anticorrosivă și izolarea construcțiilor exploatate în limitele de temperatură de la 60 °C până la + 80 °C.

Caracteristicile acestor acoperiri sunt prezentate în tabelul 1.

N. crt.	Denumirea caracteristicii	Acoperirea polimerică	
		VD-AK-1F	VD-KC-1F
1.	Aspectul exterior al acoperirii polimerice.	Peliculă uniformă fără luciu de diferite culori.	Peliculă uniformă fără luciu și cu semiluciu de diferite culori.
2.	Impermeabilitatea la apă a betonului cu acoperire polimerică, (minim).	W 12	W 10
3.	Absorbția de apă a betonului cu acoperire polimerică, maxim, (% în masă).	2.5	3.0
4.	Rezistența la îngheț-dezghet a acoperirii polimerice pe beton, (cicluri).	300	250
5.	Aderența acoperirii la beton, (MPa, minim).	2.5	2.0
6.	Rezistența la fisurare a acoperirii pe beton, (mm, minim).	0.2	0.1

Aceste acoperiri polimerice nu au miros și sunt recomandate de Ministerul sănătății al Rusiei pentru contactul nemijlocit cu apa potabilă.

În scopul mării proprietăților fizico-mecanice, aderenței la suport, densității și rezistenței la fisurare savanții [Solomatov] au studiat influența adaosurilor minerale asupra acoperirilor polimerice pe bază de rășini epoxidice. În calitate de adaosuri minerale au fost folosite pulberile cu suprafața specifică de 2000 cm²/g din granit, fluorit, pirită, diabaz, bazalt, ceramică, obsidian, ciment de portland, cuarț, diatomită și reziduuri de la producerea articolelor de azbociment. S-a dovedit, că în rezultatul reacției dintre rășina epoxidică și aceste pulberi (materiale de umplură) se formează legături de tipul C-O, care în mare măsură măresc aderența la beton. Concomitent a fost cercetat gradul de întărire a rășinilor epoxidice cu conținut de aceste pulberi. Rezultatele cercetărilor au arătat că adaosurile cu proprietăți de bază (diatomit, cuarț) servesc drept catalizatori și grăbesc procesul de întărire a rășinilor epoxidice.

Pentru micșorarea fragilității acoperirilor polimerice pe bază de rășini epoxidice savanții [Solomatov] modificarea lor cu adaosuri de bitum cu masa moleculară de 2020 - 2080. Particulele unor tipuri de bitum (asfaltele, rășinile) sunt înconjurate de grupe active (-OH, -SH, -COOH, -COH, -SOH, -NH, -NH₂, -NO, -CO), care pot reacționa între ele și cu grupele epoxidice. Grupele funcționale redau suprafeței particulelor de bitum un caracter leofil, datorită cărui fapt ele se combină cu rășinile epoxidice, mărindu-le plasticitatea și gradul de întărire. Rezultatele cercetărilor au arătat că cantitatea optimală a bitumului în rășinile epoxidice este de circa 30 % în masă.

Concluzii

1. Mărireа densității betonului permite asigurarea protecției armaturii numai pe perioada până la apariția și deschiderea fisurilor.
2. Utilizarea compozițiilor pentru colmatarea fisurilor, apărute њн beton, permite asigurarea protecției armaturii numai њн condiții statice. Кн condițiile acțiunilor asupra construcțiilor a forțelor statice sau dinamice este posibilă apariția de fisuri noi și њн аșа caz armatura devine neprotejată.
3. Utilizarea адаосurilor plastifiante, care permit mărireа densității betonului, și а адаосurilor pentru colmatarea fisurilor nu pot asigura rezistența chimică а бетонului њн cazul acțiunii asupra lui а soluțiilor de acizi, ionilor de sulf, clor ș.a. Кн аșа cazuri betonul este supus unui proces de coroziune intens și armatura iarăși rămăне neprotejată.
4. Acoperirile polimerice, aplicate pe suprafața betonului, asigură protecția lui și а armaturii numai pe perioada de până la deteriorare а lor.
5. Hidrofobizarea suprafețelor din beton а construcțiilor de asemenea asigură protecția lui și а armaturii pe perioada de până la existența continuității acestui strat.

Bibliografie

1. Алексеев С. Н. и др. Долговечность железобетона в агрессивных средах. - М.: - Стройиздат, 1990, - 313 с.
2. Бабушкин В. И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа.- Харьков: - Высшая школа, - 1989, - 165 с.
3. Москвин В. М. и др. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат,- 1980, - 536 с.
4. Руссу И. В. Биохимическая коррозия железобетонных резервуаров и конструкций// Экспресс-информация, НИИТЭИ Министерства экономики и реформ Республики Молдова. - Кишинэу: - 1998, - 11 с.
5. Руссу И. В., Шмигальский В. Н. Состояние железобетонных резервуаров, эксплуатируемых в пищевой промышленности//Противокоррозионные работы в строительстве. - М.: 1980, вып. 8, - С. 3-5, ISSN 0208 – 0443.
6. СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. - М.: Стройиздат, - 1986, - 28 с.
7. СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия. - М.: Стройиздат, - 1988, - 56 с.
8. Тараканов О.В., Пронина Т.В. Химические добавки в растворы и бетоны. - Пенза. - 2007.- 101 с.
9. Шевкун А.И., Дмитриев А.С. Повышение долглвечности бетона путем применения комплексных добавок//Бетон и железобетон. – 1991. - № 12. - с. 23-24.
10. Подвальный А.М. Задачи нормирования и обеспечения долговечности бетона и железобетона//Бетон и железобетон. – 1998. - № 12. - с. 18-21.