

AKTIVNÍ INHIBITOR KOROZE NOVÉ GENERACE ACTIVE CORROSION INHIBITION OF THE NEW GENERATION

JIŘÍ LITERA

Článek ukazuje použití derivátů silanů k aktivní ochraně výztužné oceli v železobetonových prvcích. Nový přípravek zvyšuje odolnost výztuže proti korozi jak v nově budovaných tak ve stávajících i trhlinami porušených konstrukcích.

The article describes the usage of silane derivatives to active protection of steel reinforcement in concrete elements. This new preparation extends reinforcement resistance to corrosion of both new builded structures and existing ones even with cracks.

Deriváty silanů jsou ve stavební praxi používány již od roku 1972. Díky svým vlastnostem se uplatňují jako výtečná ochrana železobetonu před účinky chemických a rozmrazovacích látek. Vývoj společnosti Degussa v této oblasti přinesl hmatatelný výsledek – Protectosil CIT, aktivní inhibitor

korozí prověřený mnohaletým užíváním v praxi.

Princip působení korozí oceli v železobetonu (resp. ve výztužných vložkách) je známý, ale neškodí si ho občas připomenout. Korozí výztužných vložek začíná, klesne-li alkalita pod pH 9,5. To bývá způsobeno reakcí kyselých plynů z ovzduší, zejména CO₂ s volným Ca(OH)₂, známou jako karbonatace betonu. Elektrochemickou reakcí dochází ke vzniku korozních produktů železa, jejich objem je několikanásobně větší než objem původního kovu, a to vede až k oddělování krycí vrstvy betonu na výztuži.

K obdobnému jevu dochází i v přítomnosti agresivních chloridových iontů, které korozí oceli urychlují. Výrazná korozí může v závislosti na koncentraci chloridových iontů probíhat již při vysoké hodnotě pH (pH > 9,5). Obr. 1. ukazuje schématicky korozí oceli v betonu bez přítomnosti Cl⁻ iontů.

Je nutné si povšimnout, že při těchto reakcích nedochází k celkovému úbytku chloridových iontů. Ty zůstávají ve hmotě, lokálně napadají výztužné vložky (dochází k důlkové korozí), což má za následek

rychlé oslabení průřezu oceli i s možnými následky (statická únosnost).

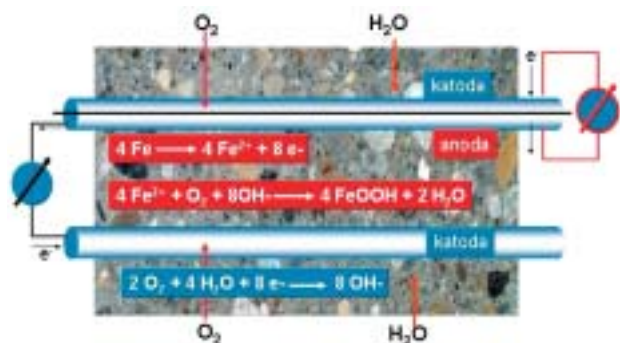
DERIVÁTY SILANŮ – OCHRANA VÝZTUŽE V ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍCH

Deriváty silanů nabízejí poměrně hospodárnou ochranu železobetonu před účinky korozí výztužných vložek. Mohou být syntetizovány s množstvím podskupin umožňujících cíleně zlepšit vlastnosti betonu, hlavně trvanlivost a odolnost vůči působení chemických a rozmrazovacích látek. Změnou délky reaktivní skupiny molekul lze ovlivňovat penetrační schopnost či reaktivitu.

Deriváty silanů byly během posledních dvaceti let ve stavební praxi používány hlavně jako hydrofobizační nátěry. Pokud byly aplikovány na nových, korozí nenapadených konstrukcích, hlavně v prostředí s vysokou agresivitou (průmyslové zóny, mořské pobřeží, ...), jasně prokázaly vysoký stupeň ochrany. Důvodů, proč tomu tak bylo, je několik:

Obr. 1 Katodická a anodická reakce na povrchu oceli

Fig. 1 Cathode and anode reaction on steel surface

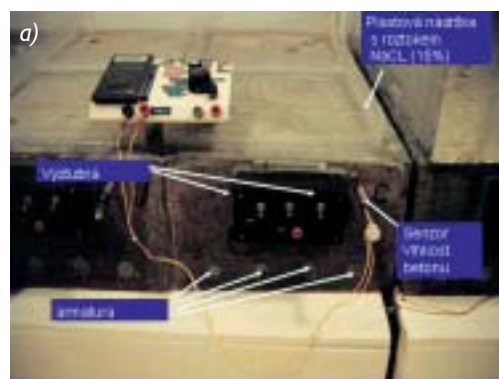


Co je Protectosil® CIT

Co je Protectosil® CIT

- Malé reaktivní molekuly
- vpenetrují se hluboko do betonu
- chemicky se váží k podkladu
- chemicky se váží na zkorodovanou výztuž

R-Si(OR')₃



Obr. 3 a, b
Laboratorní zkouška účinku inhibitoru korozí Protectosil CIT
Fig. 3 a, b
Laboratory test of the effects of the corrosion inhibition Protectosil CIT





Obr. 4 Výsledky laboratorních zkoušek inhibitoru koroze Protectosil CIT, vzorky betonu 300 x 300 x 75 mm, 15% roztok NaCl, 90% redukce korozního náboje

Fig. 4 Results of laboratory tests of the corrosion inhibitor Protectosil CIT, concrete specimens 300 x 300 x 75 mm, 15% solution of NaCl, 90% reduction of corrosion charge

- malé reaktivní molekuly tvoří kapaliny s nízkou viskozitou a nízkým povrchovým napětím
- důkladná penetrace do betonu
- chemická vazba s křemičitanovými sloučeninami cementového tmelu
- chemická vazba s korozními produkty železa
- snížení průsaku vody (a tím i chloridových iontů) až o 90 %.

ORGANOFUNKČNÍ SKUPINY

Obr. 2 ukazuje molekulu silanu se samostatnou funkční skupinou (R). Vývoj vedl ke vytvoření nových organofunkčních skupin, např. organofluoridových, které zajistily vysokou odpudivost pro případné následné nátěry (antigrffiti).

Průlomem bylo vytvoření silanové molekuly obsahující organoaminovou skupinu (R-NH₂), která je inhibitorem koroze. Většina inhibitorů koroze se nanáší na povrch a postupně difunduje ochrannou betonovou vrstvou k oceli. Skupiny NH₂⁻ tak zajistí dodatečnou pasivaci povrchu výztužné oceli. Odborná literatura však upozorňuje na skutečnost, že účinnost látky klesá vlivem těkavosti některých druhů

Obr. 5 Snadná aplikace přípravku Protectosil CIT k zastavení koroze v konstrukci

Fig. 5 Easy application of the Protectosil CIT preparation



inhibitorů. Protože po hydrolyze dochází k vazbě na silikátové složky cementového tmelu, je inhibitor koroze Protectosil CIT trvale zakotven v betonu a nemůže se vypařovat či být vymýván z podkladu.

Inhibitor Protectosil CIT dokáže ochránit výztuž i v betonu s trhlinami, jak ukazují laboratorní zkoušky (obr. 3, 4). Porušený vzorek byl po 48 týdnech vystaven cyklickému namáhání (ponor do roztoku NaCl a následné vysušení), ale díky inhibitoru koroze Protectosil CIT se míra koroze ocelové výztuže snížila o 99 %. Pokud byl na neošetřený vzorek po 12 týdnech cyklického namáhání nanášen inhibitor koroze Protectosil CIT, došlo i při dokončení cyklického namáhání k poklesu koroze o 92 %. Skutečnost, že inhibitor koroze Protectosil CIT není vymýván ani při dlouhodobém cyklickém namáhání, předurčuje tento prostředek nejen k ochraně nových železobetonových konstrukcí, ale hlavně k ošetření konstrukcí již napadených korozi. Nezanedbatelná je i velice snadná aplikace běžným ručním postříkacím zařízením (obr. 5).

OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI INHIBITORU KOROZE NA STAVBÁCH

V posledních deseti letech byl průběh koroze výztužné oceli nejčastěji měřen pomocí lineární polarizace a poté byl naměřený elektrický proud v definované ocelové výztuži převeden na stupeň koroze. Tento způsob umožňuje provádět měření nejen v laboratořích, ale i na stavbách (obr. 6).

Prvním příkladem je nadzemní parkoviště v Pensylvánii, s průměrnou teplotou v zimním období -6 °C, s intenzivním solením na stáních i komunikacích. Inhibitor koroze Protectosil CIT byl v roce 1996 aplikován na konstrukci viditelně zasaženou



Obr. 6 Hodnoty aktuální míry koroze měřené na stavbě za použití lineárního polarizačního zařízení

Fig. 6 Values of corrosion real amount measured on the building site, usage of the linear polarization equipment

korozí. Porovnáním s rokem 2002, kdy bylo provedeno poslední vyhodnocovací měření, bylo zjištěno snížení koroze o 88 %. Lze konstatovat, že se koroze výztužných vložek působením přípravku Protectosil CIT zastavila.

Druhým zkušebním příkladem vhodnosti použití inhibitoru koroze Protectosil CIT byly pobřežní apartmány na Floridě, kde díky vysoké teplotě a vlhkosti vzduchu s vysokou salinitou a díky nízkému krytí výztuže v betonu docházelo k rychlé degradaci železobetonu balkónů. V místě výztužné oceli byly patrné trhliny a viditelné známky koroze výztuže (rezavé skvrny). I zde se po aplikaci inhibitoru koroze Protectosil CIT snížila koroze o 80 %.

Zkušenosti firmy Degussa z více než desetiletého působení na poli ochrany železobetonových konstrukcí v USA prokazují úspěšnost použití inhibitoru koroze Protectosil CIT.

SHRNUTÍ

Uvedené mnohaleté referenční studie provedené přímo na stavbě, podpořené nezávislými zkouškami ukázaly, že použitím inhibitoru koroze Protectosil CIT se u nových konstrukcí výrazně snížila nebezpečí koroze ocelové výztuže a u konstrukcí stávajících dojde rychle k výraznému zpomalení až zastavení aktivní koroze. Inhibitor koroze Protectosil CIT navíc brání vzniku tzv. kruhové anody v místech opravených novými sanačními maltami.

Článek byl lektorován.

Ing. Jiří Litera
Degussa Stavební hmoty, s. r. o.
K Májovu 1244, 531 07 Chrudim
tel.: 469 607 183, fax: 469 607 121
e-mail: jiri.litera@degussa-sh.cz