Ochrona antykorozyjna konstrukcji stalowych – systemy i ich ocena (II)

Utworzono: wtorek, 16, luty 2010 08:12 Agnieszka Królikowska



Nowoczesność systemów antykorozyjnych oznacza ich wysoką trwałość oraz spełnianie przez nie wymagań ekologicznych i społecznych. Od procesu zabezpieczeń antykorozyjnych, aby odpowiadał określeniu „nowoczesny”, wymagane jest: przygotowanie projektu uwzględniającego ekologiczne technologie, dobranie materiałów oraz opracowanie planu robót, zaangażowanie wyspecjalizowanej firmy wykonawczej, posiadanie certyfikowanego nadzoru.

Te wszystkie elementy pozwalają wykonać zabezpieczenia wysokiej jakości, w krótkim czasie, bez zanieczyszczania środowiska. Wymagane jest również zaplanowanie i systematyczne wykonywanie prac utrzymaniowych.

Monitorowanie zachowania się systemów przy pomocy badań nieniszczących (w tym techniki spektroskopii impedancyjnej) pozwoli na ocenę prawidłowości wyboru i aplikacji systemu oraz ekonomiczne zaplanowanie renowacji. Wnioski z obserwacji systemów w czasie eksploatacji są bardzo cenną wskazówką dla projektowania następnych zabezpieczeń.

Nowoczesność materiałów do zabezpieczeń antykorozyjnych

Najczęściej stosowanymi na dużych konstrukcjach salowych w Europie są systemy epoksydowo-poliuretanowe, a w Stanach Zjednoczonych czyste systemy poliuretanowe.

Nowe systemy dążą do:

- zwiększenia trwałości systemu,
- zmniejszeni liczby powłok,

Phoca PDF

- skrócenia minimalnego czasu przemalowywania,
- większej tolerancji na przygotowanie podłoża,
- większej tolerancji na warunki zewnętrzne podczas aplikacji,
- krótszego czasu do uzyskania pełnych właściwości systemu,
- zmniejszenia ilości związków szkodliwych dla środowiska,
- wyeliminowania składników lub reakcji ubocznych wpływających negatywnie na jakość powłok.

Ze względu na spoiwa nowością są:

- **Farby hybrydowe polisiloksanowe**, w których występują różnego typu części organiczne. Najszerzej stosowane są farby epoksydowo-siloksanowe i akrylowosiloksanowe. Nowe prace uwzględniają wersje winylowe, uretanowe, fenolowe, fluoro-epoksydowe i fluoroakrylowe. Pod względem zastosowania są dwie podstawowe wersje tych farb – w systemach dwu- lub trzy powłokowych jako powłoki antykorozyjne (międzywarstwe) i powłoki nawierzchniowe lub jako cienko powłokowe powłoki nawierzchniowe (wersje epoksydowe występują w wersji chemoodpornej i odpornej na korozję atmosferyczną; akrylowe, głównie jako nawierzchniowe jedno- i dwuskładnikowe). Ze względu na swój charakter organiczno- nieorganiczny powłoki te łączą zalety obu typów farb. Są łatwe w aplikacji, odporne na czynniki chemiczne, atmosferyczne i mechaniczne. Szczególnie podwyższona jest ich odporność na działanie promieniowania uV, co zapewnia stabilność koloru i połysku przez wiele lat. Najwcześniejszą referencją z dużej konstrukcji mostowej jest Peace Bridge na granicy Stanów Zjednoczonych i Kanady (1998). W wielu krajach i wielu branżach (np. na platformach norweskich, na konstrukcjach mostowych USA) powłoki polisilksanowe są stałym elementem specyfikacji [2-5].
- **Farby polimocznikowe** różnego typu. Ich główne cechy to bardzo niski VOC, bardzo duża szybkość utwardzania, możliwość uzyskania wysokiej grubości w jednej powłoce, odporność chemiczna na wielorakie media, możliwość nanoszenia i utwardzania w temperaturach poniżej 0^0C i w warunkach wysokiej wilgotności. W zależności od budowy żywicy i utwardzacza można otrzymać różne cechy aplikacyjne i użytkowe powłok. Farby bazujące na czystych alifatycznych żywicach polimocznikowych dają powłoki o grubości 1500-3000µm, ich czas życia waha się od paru sekund do 30 minut; często muszą być nakładane specjalną technologią przy użyciu pistoletów dwudyszowych, w których składniki mieszają się w procesie aplikacji. Dlatego ich odmiana z użyciem kwasu poliasparginowego, jako składnika aminowego zyskała dużą popularność. Umożliwia ona przedłużenie czasu życia do 2 godzin
oraz nakładania cienkich powłok (rzędu 50µm) bez podwyższania VOC, przy pomocy standardowej technologii natrysku bezpowietrznego pistoletem jednodyszowym. Farby te znalazły szerokie zastosowanie zarówno na konstrukcjach stalowych jak i betonowych. Około 10 lat temu zostały nimi wymalowane duże konstrukcje na Alasce, czy Astoric Bridge w USA [2-4, 6-12].

Phoca PDF

- **Farby poliueratanowe modyfikowane** pochodnymi kwasu poliasparginowego. Pochodne kwasu asparaginowego stosuje się w nowoczesnych poliuretanach jako aktywny rozpuszczalnik, który dzięki swojej szybkości reakcji z izocyjanianami (szybszej niż reakcja izocyjanianów z wodą) zapobiega pęcherzeniu poliuretanów w środowiskach o podwyższonej wilgotności oraz pozwala na obniżenie VOC i przyspieszenie schnięcia [7].
- farby fluoropolimerowe, jako farby nawierzchniowe. Ze względu na siłę wiązania węgla z fluorem (siła wiązania ok.25% wyższa niż w siloksanach wiązania krzemu z tlenem), wysoką energię jonizacji tego wiązania oraz małe rozmiary atomu fluoru, powłoki te charakteryzują się bardzo wysoką stabilnością połysku i koloru (wyższą nawet niż polisiloksany). Przy narażeniach w gorących azjatyckich morskich warunkach zaczyna ubywać po 8 latach eksploatacji około 0,38µm powłoki rocznie. Dla porównania - w tych samych warunkach od 2-go roku eksploatacji ubywa około 2µm rocznie alifatycznych powłok poliuretanowych. Powłoki fluoropolimerowe charakteryzują się również bardzo wysoką odpornością korozyjną bazującą na bardzo niskiej przepuszczalności jonów chlorkowych i, jak podaje literatura, również tlenu. Po 16 latach eksploatacji nie znaleziono pod powłoką eksploatowaną w warunkach morskich jonów chlorkowych. Powłoki są eksploatowane na różnych konstrukcjach, w tym na mostach. W Japonii w wielu regionach są obowiązkowe w specyfikacjach. Znakomitymi referencjami są mosty: Akashi (najdłuższy podwieszony most na świecie), Tokiva, Amadori, Katsushike w Japonii, czy Shelby w USA [13].

Ze względu na wypełniacze nowością są:

- płatkowe wypełniacze cynkowe produkowane metodą mokrą i suchą poprawiające właściwości barierowe i protektorowe powłok [14],
- nanowypełniacze takie jak węglik krzemu, węglik wolframu, tlenek glinu, dwutlenek tytanu, krzemionka; prowadzone są badania związane z zastosowaniami niektórych z nich również do wybranych farb antykorozyjnych [15].

Nowe produkty są w bezwzględnych cenach droższe od dotychczas stosowanych. Stosując jednak rachunek opierający się na czasie życia systemu okazują się opłacalne i znalazły zastosowanie na wielu konstrukcjach. Ocena kosztów bazująca na czasie życia systemu jest również elementem nowoczesności systemów antykorozyjnych.

Wybrane wyniki oceny zachowania systemów powłokowych po 15-20 latach eksploatacji

W Polsce nie prowadzi się badań zachowania systemów antykorozyjnych na dużych konstrukcjach po latach eksploatacji. Wygrany kontrakt oznacza na ogół koniec zainteresowania wyborem określonego systemu. Dlatego poniżej przytoczę jedne z wielu wyników takich badań na konstrukcjach mostowych w Stanach Zjednoczonych

[16]. Może te doświadczenia pomogą naszym inwestorom oraz firmom wykonawczym i projektowym uwzględnić w swoich wyborach ten ważny czynnik merytoryczny. A może zachęcą kogoś do sfinansowania takich badań lub choćby poszukania większej liczby wyników, by upewnić się, czy przytoczone w tym miejscu wyniki, sprzeczne z polskimi obiegowymi opiniami, potwierdzają się. Korzystanie i analiza doświadczeń polowych jest cennym elementem nowoczesności w procesie zabezpieczeń antykorozyjnych.

W omawianych badaniach sprawdzano zachowanie systemów antykorozyjnych naniesionych na mostach po 2-20 latach eksploatacji w podobnych zagrożeniach korozyjnych. Grubości systemów powłokowych są zbliżone. Powłoki cynkowe mają grubość ok.200µm. Wyniki pokazane są w tabeli.

Przegląd wykazał podstawową rolę dobrego wykonania pod specjalistycznym nadzorem. Systemy wykazywały wyższą trwałość od przewidywanej. Znacząco najlepszy stan i najlepsze rokowania są dla obiektów, które można było zabezpieczyć powłokami cynkowymi ogniowymi. Jednak estetyka tych obiektów nie jest zadawalająca. Bardzo dobrze wypadły systemy z gruntem wysokocynkowym nieorganicznym. Występują jednak duże różnice w zależności od staranności wykonania i nadzoru. Najwięcej błędów zaobserwowano na małych obiektach wykonanych bez specjalistycznego nadzoru. Obiekty duże są w najlepszym stanie.

Most/lata eksploatacji	Przewidywany czas życia po przeglą-dzie [lata]	Przewidywany czas życia (projekt) [lata]	System Powłokowy: Grunt/Międzywar-stwa/Powłoka nawierzchniowa	Uwagi
Shelton-Derby/15	20-25	9	Alkid – 3 powłoki Wypełniacze chromianowe i ołowiane	Powłoka nawierzchniowa (i częściowo międzywarstwa) łuszczy się; częściowa korozja szczelin
Windsor Lock/15	20-25	9	Alkid – 3 powłoki Wypełniacze chromianowe i ołowiane	Powłoka nawierzchniowa (i częściowo międzywarstwa) łuszczy się; częściowa korozja szczelin
Coram Road/15	20-25	21	IOZ&EP&PUR*	Mały most. Brak nadzoru. Źle przygotowana powierzchnia; niska grubość; miejscowe uszkodzenia
Prospect Street/15	15	21	IOZ&EP&PUR*	Mały most. Brak nadzoru. Źle przygotowana powierzchnia; niska grubość; miejscowe uszkodzenia
Brewer nad drogą/20	30+	21	IOZ* & Winyl	Stan b.dobry; brak korozji w miejscach uszkodzeń mechanicznych; kredowanie i zmiana koloru powłoki poliwynylowej
Brewer nad koleją/20	30+	21	IOZ* & Winyl	Stan b.dobry; brak korozji w miejscach uszkodzeń mechanicznych; kredowanie i zmiana koloru powłoki poliwynylowej
Harrington/20	30+	21	IOZ* & Winyl	Stan b.dobry; brak korozji w miejscach uszkodzeń mechanicznych;kredowanie i zmiana koloru powłoki poliwynylowej
Hartford I-84 EB/17	22-27	19.5	EPZn&EP&PUR	Ok.1% korozji. Korozja pod dylatacjami i w szczelinach
Hartford I-84 WB/17	22-27	19.5	EPZn&EP&PUR	Ok.1% korozji. Korozja pod dylatacjami i w szczelinach
WashingtonAv/15	20-25	19.5	EPZn&EP&PUR	Miejscowa korozja
Freight Street/15	17-22	19.5	EPZn&EP&PUR	Miejscowa korozja
Riverside Str./15	20-25	19.5	EPZn&EP&PUR	Miejscowa korozja
Bridge-port/8	30+	90+	cynk ogniowy/PUR*	Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Newtown/2	30+	90+	cynkowanie ogniowe*	Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Middle-town/6	30+	90+	cynkowanie ogniowe*	Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Norwich/36	30+	90+	cynkowanie ogniowe*	Bez zmian. Nieestetyczny wygląd
Lyme/9 – 4 mosty	10+	22+	Zn natryskiwany cieplnie/PUR	Miejscowa korozja poniżej 1%. Zniszczona powłoka nawierzchniowa ze względu na dużą chropowatość zatrzymującą zanieczyszczenia

* Powłoka nakładana w wytwórni; EPZn – powłoka epoksydowa wysokocynkowa; PUR – powłoka alifatyczna poliuretanowa; IOZ – powłoka etylokrzemianowa wysokocynkowa

Systemy alkilowe z wypełniaczami chromianowymi i ołowianymi zachowują się dużo lepiej niż zakładano. Pigmentowane powłoki chronią dobrze przed korozją. Występuje jednak duże łuszczenie się powłok nawierzchniowych i częściowo międzywarstwowych. Systemy te zostały wycofane ze względów ekologicznych. Powłoki zabezpieczone powłoką cynkową natryskiwaną cieplnie chronią bardzo

dobrze, z wyjątkiem miejsc, do których był trudny dostęp i miejsc na styku z betonem. Ze względu na wysoką chropowatość wykonania tych powłok powłoki nawierzchniowe uległy degradacji. Zaprzestanie stosowania łatwych w użyciu farb alkilowych z zapewniającymi dobrą ochronę antykorozyjną wypełniaczami chromianowymi i ołowianymi powoduje ciągły rozwój nowych systemów antykorozyjnych, z którymi dopiero nabieramy doświadczeń z eksploatacji polowej. Dlatego monitoring ich zachowania jest tak ważny.

Ciekawa jest obserwacja stosowanych systemów w krajach rozwiniętych technologicznie i bogatszych od Polski. Nie widać zmonopolizowania zastosowań przez jedną technologię – ani na mostach nowych, ani przy renowacjach. Wszędzie wybierane są systemy o wysokiej trwałości, ale są to głównie systemy z powłok organicznych z gruntem wysokocynowym organicznym i nieorganicznym. Powłoki z powierzchnią pokrytą powłoką cynkową natryskiwaną cieplnie są raczej rzadkie i ograniczone do mniejszych obiektów ze względu na koszty. Zwraca uwagę częste, w porównaniu z Polską, zastosowanie powłok cynkowych ogniowych (i to bez dodatkowych powłok nawierzchniowych). Związane jest to z ich wyjątkowo wysoką trwałością i brakiem konieczności konserwacji przez wiele lat. Rozwiązanie to znajduje zastosowanie na wielu obiektach, na których ta technologia ze względu na ich wymiary jest możliwa do zastosowania.

***

Niestety, nie uwzględnia się nowych materiałów i technologii w aktualnie prowadzonych zabezpieczeniach. Nowości „przebijają się” na nasz rynek dużo dłużej niż w innych krajach rozwiniętych. Związane jest to m.in. z brakiem dużych programów badawczych oceniających dotychczas stosowane rozwiązania i pracujących nad nowymi.

Mimo to w ciągu ostatnich lat udało się osiągnąć pewien postęp. GDDKiA wydała „Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych” [17]. Rozpoczęto szkolenia certyfikowanych inspektorów antykorozyjnych, a od lat prowadzone są szkolenia metalizatorów. Ponadto rozpoczynają się kursy certyfikacyjne dla malarzy.

Również miasta zainteresowały się uporządkowaniem spraw korozyjnych. Na przykład planowane jest opracowywanie „Zaleceń antykorozyjnych” dla Warszawy. Na wielu nowobudowanych i aktualnie remontowanych obiektach mostowych stosuje się już systemy zapewniające wysoką trwałość, jak powłoki metalowe natryskiwane cieplnie uszczelnione systemem malarskim, grunty etylokrzemianowe wysokocynowe uszczelnione systemem malarskim, powłoki siloksanowe.

Oparcie oceny kosztów i wyboru rozwiązań na czasie życia zabezpieczeń jest najwłaściwszym podejściem w antykorozji. Ważna w takim podejściu jest znajomość zastosowania nowych materiałów, jak powłoki siloksanowe, mocznikowe, czy fluoropolimerowe. Do tego wiele też może wnieść ocena systemów eksploatowanych w naszym klimacie, przy naszym zanieczyszczeniu środowiska i

Phoca PDF

naszym sposobie konserwacji.

dr inż. Agnieszka Królikowska
Polskie Stowarzyszenie Korozyjne

Literatura (PDF)