



KRZYSZTOF GERMANIUK, *kgermaniuk@ibdim.edu.pl*
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

POWŁOKI OCHRONNE NA MOSTACH ŻELBETOWYCH – OCZEKIWANIA I RZECZYWISTOŚĆ

PROTECTIVE COATINGS ON CONCRETE BRIDGES – EXPECTATION AND REALITY

Streszczenie W referacie omówiono doświadczenia i obserwacje dotyczące stosowania powłok ochronnych na żelbetowych konstrukcjach mostowych. Zwrócono uwagę, że mechaniczne przenoszenie doświadczeń ze stosowania ochrony powłokowej z konstrukcjach stalowych i elewacjach nie gwarantuje sukcesu na konstrukcjach z betonu. Zwrócono uwagę na znaczenie wymiany gazowej z otoczeniem przez powierzchnię betonu dla trwałości tego materiału. Wskazano na zagrożenie diagnostyki konstrukcji przez stosowanie powłok przekrywających zarysowania podłoża. Omówiono sformułowane w IBDiM wymagania w stosunku do powłok ochronnych na obiektach mostowych, gwarantujące ich trwałość.

Abstract In the report experiences and observations related to application of protective coatings on bridge constructions are discussed. There is indicated, that the direct transfer of experiences of application of the coating protection from steel structures and elevation do not guarantee the same success on the structures made of the concrete. The importance of the gas exchange with environment through the surface of the concrete for the durability of this material was addressed. The danger of the diagnostics of the structure in case of application of the coatings covering the cracks on concrete was shown. Requirements formulated in Road and Bridge Research Institute, Warsaw, Poland in the relation to protective coatings used on the bridge objects, guaranteeing their durability were discussed.

1. Wprowadzenie

Rozwój chemii budowlanej spowodował wprowadzenie do powszechnego stosowania w budownictwie materiałów przeznaczanych do naprawy i reprofiliacji betonu. Materiały te są produkowane fabrycznie i dostarczane na budowę w postaci gotowej do użycia. Mamy już za sobą ok. 100 lat oświadczeń. W zakresie ochrony antykorozyjnej betonu jako pierwsze pojawiły się materiały uszczelniające beton (produkowane na bazie szklą wodnego), potem zaprawy tynkarskie a następnie zaprawy naprawcze i farby do betonu. Farby pojawiły się jako farby elewacyjne; ich podstawowym zadaniem było wprowadzenie koloru na elewację, co pozwalało uwypuklić walory estetyczne i architektoniczne budowli. Równocześnie dynamicznie rozwijała się produkcja farb ochronnych przeznaczonych do stosowania w konstrukcjach stalowych, gdzie farby pełniły dwie uzupełniające się funkcje: ochrony antykorozyjnej zwiększającej trwałość konstrukcji i estetyczną.

Farby elewacyjne stosowane początkowo tylko na tynkach okazały się bardzo dobrym wynalazkiem. Tworząc na powierzchni tynku powłokę o zmniejszonej przepuszczalności wody korzystnie wpływały na trwałość elewacji. Skuteczność farb elewacyjnych możemy obserwować na większości budynków miastach. Elewacje stały się kolorowe, bardziej

odporne na zbrudzenia i trwalsze. Okresy czasu między niezbędnymi naprawami elewacji uległy wydłużeniu.

Dobre doświadczenia związane ze stosowania farb elewacyjnych na tynkach oraz farb ochronnych na elementach stalowych spowodowały, że postanowiono zaaplikować ochronę powłokową także na konstrukcjach betonowych (rys. 1).

2. Ochrona antykorozyjna betonu

Głównym czynnikiem wywołującym korozję betonu w obiektach mostowych jest woda stanowiąca elektrolit, którego obecność jest niezbędna aby mogły zachodzić reakcje chemiczne między związkami chemicznymi zawartymi w betonie [1]. Woda pojawiająca się na obiektach mostowych jest wodą opadową lub wodą pochodzącą z topnienia śniegu i lodu. Woda ta nigdy nie jest czysta, ale zawiera zawsze rozpuszczone związki chemiczne. Są najróżniejsze sole oraz tlenki, pochodzące ze spalania kopalni i emisji przemysłowej (przede wszystkim związki siarki i azotu). Tlenki te wchodząc w reakcję z wodą tworzą kwasy, a kwasy oraz niektóre sole wchodzą w reakcje chemiczne z materiałami budowlanymi niszcząc ich strukturę. Także czysta woda rozpuszcza niektóre związki chemiczne i wypłukuje je z materiału konstrukcyjnego. Takie niszczenie struktury materiału nazywamy korozją. Szybkość tego procesu jest zależna od wielu czynników takich jak:

- czas trwania zawilgocenia materiału,
- skład chemiczny materiału, w tym obecność w materiale związków łatwo rozpuszczalnych w wodzie,
- skład chemiczny czynników agresywnych w środowisku, w tym skład chemiczny zanieczyszczeń wody opadowej,
- nasiąkliwość, porowatość materiału i zdolność przewodzenia wody przez materiał,
- wpływ istniejących w materiale domieszek na możliwość powstawania lokalnych ogniw galwanicznych.

Korozja jako zjawisko niszczące materiały powoduje poważne straty we wszystkich dziedzinach gospodarki. Elementy konstrukcyjne uszkodzone przez korozję wymagają albo naprawy albo wymiany na nowe. W przypadku konstrukcji mostowych i ogólnie konstrukcji budowlanych ograniczenie zjawiska korozji możemy uzyskać poprzez stosowanie działań ochronnych, wśród których możemy wyróżnić trzy podstawowe metody:

- ochronę konstrukcyjną,
- ochronę materiałową,
- ochronę powłokową.

Ochrona konstrukcyjna jest realizowana przez takie projektowanie konstrukcji, aby już sam kształt konstrukcji sprawiał, że będzie ona odporna na korozję. W przypadku konstrukcji budowlanych ochrona konstrukcyjna polega na szybkim i sprawnym odprowadzeniu wody ze wszystkich elementów konstrukcji oraz na wykonaniu specjalnych elementów, które osłonią elementy nośne konstrukcji przed działaniem czynników atmosferycznych: dachy, ściany osłonowe, tynki, itp. Elementy osłonowe w zasadzie nie są stosowane we współczesnym budownictwie mostowym

Ochrona materiałowa jest realizowana przez dobieranie specjalnych trwałych i odpornych na działanie czynników zewnętrznych materiałów konstrukcyjnych, które nie będą wchodziły w reakcje chemiczne z czynnikami wywołującymi korozję. Są to np.: stale nierdzewne, wodoszczelne betony, kompozyty polimerowe itp. Materiały odporne na korozję mają odpowiedni skład chemiczny, bez przypadkowych szkodliwych domieszek lub są bardzo szczelne, tzn. odporne na wnikanie w nie wody, innych rozpuszczalników oraz gazów.

Ochrona powłokowa jest realizowana przez wykonywanie na konstrukcji powłok malarskich, lub wypraw, które odcinają materiał konstrukcyjny od wpływu środowiska.

W budownictwie mostowym są stosowane wszystkie trzy omówione wyżej metody ochrony antykorozyjnej. Jednak najważniejszą rolę w zabezpieczeniu konstrukcji przed korozją pełnią dwa czynniki: dobór odpornych na korozję materiałów konstrukcyjnych oraz szybkie i sprawne odprowadzenie wody. Ochrona powłokowa zyskała w ostatnich latach ogromną popularność i na większości nowo wybudowanych obiektów mostowych wykonywane są powłoki ochronne.

3. Rodzaje powłok ochronnych na betonie

Ochrona powłokowa z definicji oznacza wykonywanie powłok na konstrukcji, która ma być poddana ochronie. Intuicyjnie oznacza to ułożenie na powierzchni konstrukcji warstwy specjalnego materiału o określonej grubości, która będzie stanowiła barierę odcinającą materiał konstrukcyjny od środowiska. Rolę ochrony powierzchniowej betonu pełnią również także dwa rodzaje obróbki powierzchni betonu, które nie są związane z wytworzeniem na powierzchni betonu pełnej powłoki, ale zmieniają strukturę warstwy powierzchniowej. Są to hydrofobizacja i impregnacja. Pod względem funkcjonalnym hydrofobizację i impregnację betonu należy uznać za elementy podobne do supercieńkich powłok.

Ogólnie wśród powłok ochronnych na betonie można wyróżnić:

- hydrofobizację (impregnację hydrofobizującą) – obróbkę betonu nadająca jego powierzchni zdolność odpychania wody. Pory i kapilary nie zostają wypełnione materiałem, a jedynie powierzchnia zewnętrzna betonu oraz powierzchnia ścianek porów i kapilar (do pewnej głębokości) zostaje nim powleczonea.
- impregnację – obróbkę betonu zmniejszającą jego powierzchniową porowatość i wzmacniająca jego warstwę powierzchniową; pory i kapilary zostają częściowo lub całkowicie wypełnione preparatem.
- powłokę ochronną – ciągłą warstwę ochronną utworzoną na powierzchni betonu; wśród powłok wyróżnia się:
 - powłoki cienkowarstwowe (powłoki malarskie) o orientacyjnej grubości od 100 do 700 μm ;
 - powłoki grubowarstwowe o orientacyjnej grubości od 0,7 do 2 mm;
 - wyprawy o orientacyjnej grubości od 2 do 7 mm.

Powłoki ochronne można te podzielić według ich sztywności na:

- powłoki sztywne – powłoki ochronne nie odporne na zarysowanie podłoża; po zarysowaniu betonu powłoka sztywna pęka i rysa staje się natychmiast widoczna na powierzchni betonu;
- powłoki elastyczne (powłoki odporne na zarysowanie) – powłoki ochronne zdolne do mostkowania rys, czyli odporne, w określonym zakresie, na zarysowanie podłoża; po zarysowaniu betonu powłoka elastyczna zachowuje ciągłość; rysa na powierzchni betonu nie jest widoczna.
- izolacyjno-nawierzchnie – powłoki grubowarstwowe lub wyprawy pełniące jednocześnie funkcję izolacji i nawierzchni na obiektach drogowych; na izolacyjno-nawierzchni może odbywać się ruch pieszych lub ruch kołowy. Wśród izolacyjno-nawierzchni wyróżnia się:
 - izolacyjno-nawierzchnie na bazie żywicznej,
 - izolacyjno-nawierzchnie na bazie emulsji asfaltowej.

Na końcu należy wspomnieć o powłokach specjalnych, czyli powłokach oznaczonych do specjalnych zastosowań lub wykonanych na nietypowej bazie materiałowej; wymagania

w stosunku do powłok specjalnych powinny być ustalane indywidualnie dla określonego materiału¹⁾.

4. Postulowane właściwości i zalety powłok ochronnych na betonie i ich ocena w aspekcie stosowania na obiektach mostowych

Producenci materiałów przeznaczonych do wykonywania ochronnych na betonie podkreślają wspaniałe właściwości ochronne wykonanych powłok. Powłoki powinny:

- a) wykazywać dobrą przyczepność do betonu i starych powłok;
- b) wypełniać niewielkie pory i nierówności podłoża;
- c) wykazywać duży opór dyfuzyjny na wnikanie dwutlenku węgla – spowalniać proces karbonizacji betonu;
- d) wykazywać niewielki opór dyfuzyjny na przenikanie pary wodnej – umożliwiać odparowanie wody z betonu;
- e) wykazywać wodoszczelność w stosunku do wody w postaci ciekłej – zapobiegać zawilgacaniu betonu przez wodę spływającą po jego powierzchni;
- f) wykazywać odporność na wpływy atmosferyczne i procesy starzenia powłoki – zapewniać niezmiennie właściwości ochronne w stosunku do betonu w długim okresie czasu;
- g) redukować osiadanie brudu i zanieczyszczeń na powierzchni konstrukcji;
- h) wykazywać zdolność przenoszenia niewielkich zarysowań podłoża – zdolność maskowania rys w podłożu betonowym;
- i) stwarzać możliwość uzyskania efektów architektonicznych przez wprowadzenie na konstrukcję koloru i zmiany faktury jej powierzchni.

Wszystkie wymienione wyżej właściwości są korzystne w wypadku elewacji budynków i powłoki ochronne zdają doskonale egzamin, gdy są ułożone tynkach oraz na betonach architektonicznych umieszczonych w budynkach suchych w środku i ogrzewanych. Ale należy zauważyć, że wszystkie elewacje ulegają bardzo szybkiej degradacji, gdy budynek staje się opuszczony, czyli przestaje być ogrzewany oraz gdy pojawia się w nim wilgoć.

W przypadku konstrukcji mostowych niektóre z wyszczególnionych wyżej właściwości powłok przestają być korzystne. Niektóre wymagają bliższego omówienia:

Ad c) Karbonizacji powierzchniowej warstwy betonu nie można uznać za proces jednoznacznie szkodliwy dla konstrukcji. W przypadku słabych, porowatych betonów (czyli betonów klasy do C20/25 o porowatości przekraczającej 6%), karbonizacja prowadzi do zmiany pH betonu i utraty przez beton właściwości pasywacyjnych w stosunku do stali w przeciągu kilku lat. W betonie o $\text{pH} < 8$ korozja stali rzeczywiście może zachodzić szybko. Ale czynnik pH czyli odczyn betonu nie jest jedynym i zdaniem autora nie jest nawet głównym czynnikiem powodującym korozję stali w betonie. Znam przykłady braku korozji stali w betonie o $\text{pH} = 6$ oraz przykład skorodowanego betonu, który można usuwać z konstrukcji ręką o $\text{pH} = 11$. Do powstania i rozwoju korozji w betonie niezbędne jest działanie zespołu dodatkowych czynników takich jak: duża porowatość zapewniająca dostęp tlenu, obecność wody jako elektrolitu, w którym zachodzą reakcje chemiczne, niejednorodność składu chemicznego stali, która warunkuje powstanie na powierzchni stali mikroogniw oraz naprzemienne zawilgacanie i wysychanie konstrukcji. Jeżeli brak jest któregośkolwiek z wymienionych czynników dodatkowych proces korozji zbrojenia zachodzi stosunkowo powoli.

¹⁾ Przykładem takiej powłoki jest np. izolacja-nawierzchnia wykonywana na bazie emulsji asfaltowej; materiał ten nie spełnia wymagań określonych dla izolacji-nawierzchni na bazie zwykłej lub cementowej, ale na obiektach zachowuje się prawidłowo.

Inaczej jest w przypadku dobrych, szczelnych betonów (czyli betonów klasy od C40/50 o porowatości poniżej 4%). W tym przypadku karbonizacja warstwy powierzchniowej wzmacnia i uszczelnia tą warstwę, tworząc na powierzchni betonu naturalną powłokę ochronną, która zabezpiecza beton przed działaniem czynników atmosferycznych. Wytrzymałość i szczelność betonu rosną w czasie.

Ad c), d) i e) Każda powłoka tworzy na powierzchni betonu warstwę, wykazuje która mierzalny opór dyfuzyjny. Odporność powłoki na przenikanie cieczy i gazów jest w pewnym zakresie proporcjonalna do jej grubości. Zwiększenie grubości powłoki powoduje zwiększenie oporu dyfuzyjnego. W przypadku dwutlenku węgla jest to korzystne (spowalnia karbonizację), ale w przypadku pary wodnej nie, bo zatrzymują parę wodną w betonie, która może się skroplić w porach. Woda w postaci ciekłej będzie ługować rozpuszczalne składniki betonu, przede wszystkim wolne wapno, które potem osadzi się na powierzchni betonu w postaci białych wykwitów. W okresie zimowym woda w porach zamrznie i zwiększając swoją objętość będzie rozsadzać strukturę betonu oraz odspajając powłokę.

Dla wyeliminowania niekorzystnych procesów ługowania składników betonu i zamarzania wody w porach bardzo ważne jest nie zakłócanie wymiany gazowej przez powierzchnię betonu i umożliwienie swobodnego odparowywania wody.

Ad e) Wodoszczelność betonu nie powinna być zapewniana przez nałożenie powłoki, ale przez działania uszczelniające jego strukturę (odpowiedni skład mieszanki betonowej i dodatków chemii do betonu) oraz przez hydrofobizację powierzchni betonu. Dla konstrukcji mostowych zatrzymanie wody w betonie przez powłokę jest groźniejsze niż zabezpieczenie przed dostępem wody ze środowiska w postaci ciekłej. Wyjątek stanowią górne powierzchnie płyt pomostów, ale te powierzchnie płyt są przykryte izolacją przeciwwilgociową.

Ad f) Postulat redukcji możliwości osiadania brudu na powierzchni betonu jest piękny, ale w praktyce jest on trudny do realizacji. W przypadku farb elewacyjnych stosowanych na tynkach został on zrealizowany. W przypadku farb elewacyjnych doświadczenia wskazują, że obiekty pomalowane brudzą się szybciej od obiektów nie pomalowanych. Należy też wspomnieć o możliwości czyszczenia. Powierzchnię betonu, który nie został pokryty powłoką ochronną można łatwo umyć hydromonitorem przy ciśnieniu roboczym ok. 10 MPa (100 barów), bez obawy uszkodzenia powierzchni betonu i powłoki.

Ad h) Zasłonięcie przez powłokę rys na powierzchni konstrukcji mostowej jest groźne dla diagnostyki stanu technicznego konstrukcji. Pojawienie się zarysowań jest zwykle pierwszym objawem wskazującym na zagrożenie nośności i bezpieczeństwa eksploatacji obiektu. Niewielkie rysy o rozwartości do 0,2 mm nie mają praktycznie wpływu na pracę konstrukcji żelbetowej. Nie mają one wpływu na ocenę nośności przekroju, na szybkość i głębokość karbonizacji ani na stan zawilgocenia konstrukcji, pomimo tego, że po zawilgoceniu konstrukcji zmasanej ze skokowymi zmianami wilgotności i temperatury powietrza (spadek wilgotności powietrza i jednoczesny niewielki wzrost temperatury) stają się doskonale widoczne na powierzchni betonu. Skuteczne zamaskowanie przez powłokę rysy, zwłaszcza na konstrukcjach sprężonych, może spowodować, że mniej doświadczony inżynier dokonujący przeglądu nie zauważy, że konstrukcja wchodzi w stan awaryjny, że coś się w niej stało. Brak odpowiednio wczesnej reakcji ze strony nadzoru może doprowadzić do awarii obiektu.

5. Czynniki decydujące o trwałości powłok ochronnych na obiektach mostowych

Obiekty mostowe są konstrukcjami wystawionymi na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych: wilgoci i mrozu. Nie mają też suchego i ogrzewanego wnętrza. Nie można też wykonać ma obiekcie mostowym idealnie szczelnej izolacji przeciwwilgociowej i zape-

wnić aby wewnątrz konstrukcji było w 100% suche. W tych warunkach powłoka ochronna na betonowej konstrukcji mostowej jest narażona nad atak wilgoci także od środka. Wyjątek stanowią konstrukcje wykonane z bardzo dobrego, szczelnego betonu. Na takich konstrukcjach wszelkie farby trzymają się bardzo dobrze, czego dowodzą m.in. wykonane na nich „graffiti”. Pomijając estetykę takich malunków, trzeba przyznać, że „graffiti” zwykle trzymają się bardzo dobrze do podłoża i są trudne do usunięcia.

W wypadku napraw reprofilacyjnych betonu oraz w wypadku wykonywania powłok ochronnych trwałość i skuteczność wykonanych robót jest oceniana głównie na podstawie przyczepności wykonanych warstw do podłoża. Gdy wypełnienie ubytku lub powłoka odpadnie to naprawa została wykonana źle i wszystkie inne właściwości ułożonej powłoki przestają mieć znaczenie, pomimo że zostały potwierdzone odpowiednimi badaniami. Gdy wypełnienie ubytku lub powłoka są nieuszkodzone w miejscu wbudowania nikt nie zakwestionuje jakości wbudowanych robót i jakości wbudowanych materiałów. W przypadku robót naprawczych stosujemy w praktyce zero – jedynkową ocenę jakości i trwałości robót. Naprawa udała się (1) lub nie (0).

O powodzeniu wykonania powłoki ochronnej decyduje jej przyczepność do podłoża, ale trzeba tu podkreślić, że nie chodzi tu o przyczepność doraźną możliwą do stwierdzenia lub pomiaru bezpośrednio po wykonaniu robót. Decydująca jest przyczepność trwała, która decyduje, że wykonana powłoka nie ulegnie uszkodzeniu przez wiele lat.

W polskich warunkach klimatycznych najgroźniejszym czynnikiem działającym na beton oraz na ułożone na betonie powłoki ochronne jest wielokrotne zamrażanie i odmrażanie. Woda w betonie znajduje się w porach. Zamarzając woda zwiększa swoją objętość i rozsadza pory niszcząc strukturę betonu. Działa także na powłokę niszcząc jej strukturę (spękania, złuszczenia) i odpajając od podłoża (pęcherze). Niekorzystnym zjawiskiem jest pojawiające się w niektórych powłokach zjawisko osadzania produktów ługowania betonu (wodorotlenku wapnia, który reaguje z dwutlenkiem węgla z powietrza i przekształca się w węglan wapnia) pomiędzy warstwami tworzącymi powłokę. Zjawiska te prowadzą do odpajania powłok, pod którymi pozostaje nienaruszony beton (rys. 2). Uszkodzenia obejmują tylko powłokę i nie pojawiłyby się, gdyby beton nie został pomalowany.

W IBDiM od wielu lat prowadzone są prace nad zagadnieniami trwałości powłok. Zaowocowały one opracowaniem w roku 2009 Zaleceń IBDiM Nr Z/2009-03-027 [3], które określają wymagania w stosunku do powłok ochronnych dopuszczonych do stosowania na obiektach mostowych. W zakresie trwałości powłok za decydujące uznano następujące badania:

- przyczepność do podłoża po pełnym utwardzeniu powłoki (wg PN-EN 1542 lub procedury IBDiM Nr PB/TM-1/6);
- przyczepność do podłoża po 200 cyklach zmrężania i odmrażania w wodzie w temp. $-18^{\circ}\text{C} / +18^{\circ}\text{C}$ (wg PN-EN 1542 lub procedury IBDiM Nr PB/TM-1/6);
- ocena stanu powłoki po 200 cyklach zmrężania i odmrażania w wodzie w temp. $-18^{\circ}\text{C} / +18^{\circ}\text{C}$ (wg procedury IBDiM Nr PB/TM-1/13).

Badanie mrozoodporności jest wykonywane zgodnie nieaktualną normą PN-88/B-06250 Beton zwykły. Norma ta została wycofana i zastąpiona przez normę PN-EN 206-1, ale w tej nowej normie europejskiej brak jest badań mrozoodporności, nasiąkliwości i wodoszczelności betonu, które to właściwości są zdaniem autora decydujące dla oceny trwałości betonu przeznaczonego do stosowania w obiektach mostowych w polskich warunkach klimatycznych.

Wymagania dotyczące przyczepności do podłoża, mrozoodporności oraz wskaźnik przesiąkliwości wody w stosunku do powłok według zaleceń IBDiM zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dotyczące przyczepności do podłoża i odporności na wielokrotne zamrażanie i odmrażanie w wodzie według Zaleceń IBDiM Nr Z/2009-09-027

Lp.	Właściwości	Jednostki	Wartość wymagana
1	Wytrzymałość na odrywanie od podłoża betonowego metodą „pull-off”		
	– powłoki elastyczne	MPa	$\geq 0,8$
	– powłoki sztywne	MPa	$\geq 1,5$
2	Stan powierzchni pokrytej powłoką po 200 cyklach zamrażania i odmrażania w wodzie	–	powłoka bez zmian
3	Wytrzymałość na odrywanie od podłoża betonowego metodą „pull-off”, po 200 cyklach zamrażania i odmrażania w wodzie		
	– powłoki elastyczne	MPa	$\geq 0,6$
	– powłoki sztywne	MPa	$\geq 1,2$

Prace nad Zaleceniami IBDiM Nr Z/2009-03-027 były kontynuowane i zostały ukończone mimo wprowadzenia europejskiej normy zharmonizowanej PN-EN 1504-2. Norma ta wprowadza badanie „kompatybilności termicznej powłok”, które jest badaniem przyczepności powłoki do podłoża po 50 cyklach zamrażania i odmrażania w roztworze soli nasyconej. W tych warunkach woda nie zamarza i nie powstają kryształki lodu, które w klasycznym badaniu mrozoodporności działają na powłokę nie jej adhezję do podłoża. Liczba cykli zamrażania i odmrażania wprowadzona przez normę PN-EN 1504-2 wydaje się niewystarczającą w polskich warunkach klimatycznych. Oprócz kompatybilności termicznej norma 1504-2 wprowadza wiele nowych badań, które nie były wykonywane przez wiodących producentów materiałów przeznaczonych do wykonywania powłok ochronnych. Dokonywanie oceny powłok ochronnych według normy PN-EN 1504-2 wymaga opanowania i walidacji nowych metod badań.

6. Stosowanie powłok ochronnych na obiektach mostowych

Podejmując decyzję o zabezpieczeniu obiektu mostowego z betonu powłoką ochronną trzeba mieć na uwadze, że zwykle nie będzie można zabezpieczyć całej powierzchni betonu. Nie powinno się więc układać powłok ochronnych na konstrukcjach w których są wąskie szczeliny dylatacyjne (rys. 3 i 4), które są częściowo zasypane gruntem (rys. 5), lub które są wykonane ze słabego betonu. Gwarantuje to problemy z wyglądem, trwałością i utrzymaniem powłoki ochronnej.

7. Wnioski

Powłoki ochronne na betonie w obiektach mostowych powinny być stosowane bardzo ostrożnie i po wszechstronnej analizie sytuacji. W zasadzie nie powinno się stosować powłok przekrywających (mostkujących) zarysowania. Skuteczne zamaskowanie rys może utrudnić a nawet uniemożliwić dokonanie właściwej oceny stanu technicznego konstrukcji.

Czynnikami decydującymi o ocenie przydatności do stosowania powłok ochronnych na betonowych obiektach mostowych jest przyczepność do podłoża oraz odporność powłoki na działanie mrozu (wielokrotnego zamrażania i odmrażania).

Zamiast powłok ochronnych można zalecić w stosunku do obiektów mostowych stosowanie ochrony konstrukcyjnej, czyli wodoszczelnego i mrozoodpornego betonu wysokiej klasy. Wbudowanie 1 m³ betonu klasy C25/30 kosztuje ok. 500 zł, betonu klasy C40/50 – ok. 550 zł, a wykonanie 1 m² dobrej powłoki ochronnej – ok. 100 zł. Należy przy tym pamiętać

tać, że do zabezpieczenia 1 m^3 betonu trzeba zwykle wykonać 2 m^2 powłoki. Analiza kosztów mówi sama za siebie.

Bardzo dobrym zabezpieczeniem powierzchni betonu jest jego hydrofobizacja. Betony zabezpieczone w ten sposób można obejrzeć na autostradzie A1 na odcinku od Gdańska na południe oraz na Obwodnicy Skoczowa. Wielką zaletą hydrofobizacji jest to, że nie zakłóca ona wymiany gazowej betonu z otoczeniem. Każdy beton jest materiałem porowatym; woda która pojawi się porach musi mieć możliwość odparowania. Także karbonizacja powierzchniowej warstwy betonu (dotyczy szczelnych betonów klasy powyżej C25/30) wzmacnia ją i uszczelnia.



Rys. 1. Powłoka na betonie – stan oczekiwany



Rys. 2. Powłoka na betonie – rzeczywistość. Między warstwą gruntującą a warstwą nawierzchniową powłoki osadził się węglan wapna powodując odspojenie warstwy nawierzchniowej



Rys. 3. Powłoka na betonie – rzeczywistość. Odspojona powłoka przy szczelinie dylatacyjnej, zbyt wąskiej aby ją pomalować. Parking pod domem towarowym



Rys. 4. Powłoka na betonie – rzeczywistość. Powłoka ułożona na przyczółku zasypnym gruntem i na umocnieniu skarpy z betonu

Literatura

1. Germaniuk K.: Izolacje przeciwwodne i systemy odwodnienia w mostach, Seminarium Szkoleniowe: Izolacje przeciwwodne i systemy odwodnienia w mostach, Zakład Mostów Politechniki Warszawskiej, Centrum Kształcenia Ustawicznego w Inżynierii Komunikacyjnej IKKU, Warszawa, 17.02.2010, s. 1÷14.
2. Germaniuk K., Gajda T., Królikowska A.: Wyroby i systemy do ochrony powierzchniowej konstrukcji betonowych, Zalecenia IBDiM Udzielania Aprobata Technicznych Nr Z/2009-03-027, Seria I, Zeszyt nr 78, IBDiM, Warszawa 2010.
3. Procedura badawcza IBDiM PB/TM-1/6 Pomiar przyczepności przez odrywanie.
4. Procedura badawcza IBDiM PB/TM-1/13 Ocena stanu powłoki (lub wyprawy) ochronnej po próbie mrozoodporności.
5. Procedura badawcza IBDiM PB-TM-X5 Oznaczanie wskaźnika ograniczenia chłonności wody.
6. PN-EN 206-1 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
7. PN-EN 1504-2 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności – Część 2: Systemy ochrony powierzchniowej betonu.
8. PN-88/B-06250 Beton zwykły.
9. Germaniuk K., Gajda T., Sakowski A.: Ekspertyza techniczna uszkodzonych powłok ochronnych na obiektach autostrady A-2 na odcinku Poznań – Września, IBDiM, 2007, niepublikowane.