



**PASYWNA OCHRONA KONSTRUKCJI
ŻELBETOWYCH POWŁOKAMI CIM**

**PASSIVE PROTECTION OF RAINFORECED CONCRETE
WITH THE HELP OF CIM COATINGS**

Adam Bochenek, Wiesław Pieniążek

ANTICOR Wieliczka

Słowa kluczowe: żelbet, ochrona przeciwkorozyjna i przeciwwilgociowa, powłoki elastomerowe, powłoki wzmacniane tkaniną, poliuretany modyfikowane
Key words: reinforced concrete, anticorrosion protection, moisture protection, elastomeric coatings, fabric reinforced coatings, modified polyurethanes

Streszczenie

W pracy omówiono elastomerowe powłoki CIM w zastosowaniu do ochrony żelbetonu. Są to powłoki dwuskładnikowe, z modyfikowanego poliuretanu, nakładane w stanie ciekłym. Charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami mechanicznymi. Ponadto wykazują dobrą odporność na większość czynników chemicznych. Znajdują szerokie zastosowanie, do ochrony przeciwwilgociowej i przeciwkorozyjnej betonu, asfaltu i stali.

Summary

This paper discusses elastomeric coatings CIM and their application to protection of reinforced concrete. These are 2-component, modified polyurethane coatings applied as a liquid. They are characterized by very good mechanical properties. In addition, they have high resistance to most chemical substances. They have wide range of application to moisture and anti-corrosion protection of concrete, asphalt, steel and other materials.

1. Wprowadzenie

Konstrukcje żelbetowe; mosty, wiadukty, estakady, chłodnie kominowe, obiekty branży nuklearnej, wymagają skutecznej ochrony przeciwkorozyjnej. Korozja w żelbecie spowodowana jest wieloma czynnikami, głównie zewnętrznymi (przenikanie substancji chemicznych o różnym stopniu stężenia, prądy błędzące). Do tych obiektów odnosi się ogólny system ochrony przeciwkorozyjnej zbudowany i zaprezentowany przed laty [2], dla obiektów stalowych, składający się z podsystemu materiału chronionego (tutaj betonu i stali), podsystemu materiału powłokowego, oraz z podsystemu ochrony aktywnej, odnoszącej się do tutaj do stali zbrojeniowej.

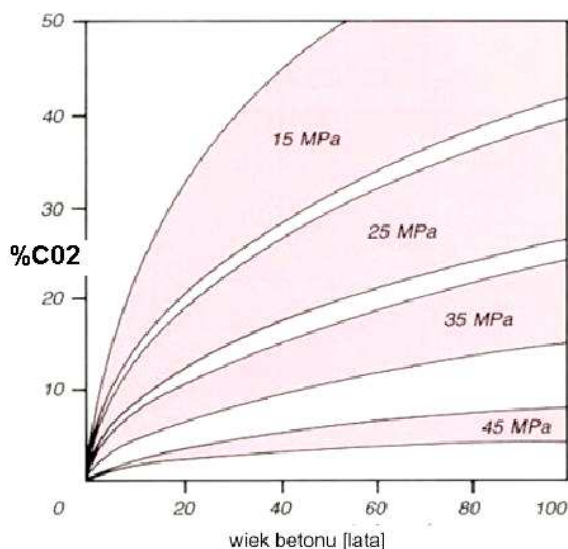
W przypadku żelbetu, najlepszą technologią ochrony przed korozją (a właściwie stali zbrojeniowej w betonie) jest ochrona katodowa. Technologia ta może być jedyną sensowną metodą rehabilitacji istniejących, zanieczyszczonych solą żelbetowych konstrukcji mostów, wiaduktów i estakad (z raportu FHWA – Federalnego Zarządu Autostrad USA).

Stalowe rurociągi podziemne można także chronić w ten sposób, jednak koszty są duże. Bardziej skuteczne jest odpowiednie współdziałanie powłok ochronnych i ochrony katodowej. Ochrona katodowa stali zbrojeniowej w betonie jest stosunkowo droga, głównie ze względu na wysoki koszt anod. Obniżenie jej kosztów uzyskuje się poprzez zastosowanie powłok, spełniających rolę bariery przed docieraniem agresywnych czynników do powierzchni stali. Substancje te mogą występować w różnym stopniu stężenia. Do betonu przenika między innymi dwutlenek węgla, powodując karbonatyzację. Wskutek tego powstają też zniszczenia w szczelnej powłoce tlenków znajdującej się na powierzchni stali zbrojeniowej. Drugim, szkodliwym czynnikiem jest chlor, inicjator korozji stalowego zbrojenia w miejscach zniszczonej powłoki tlenków.

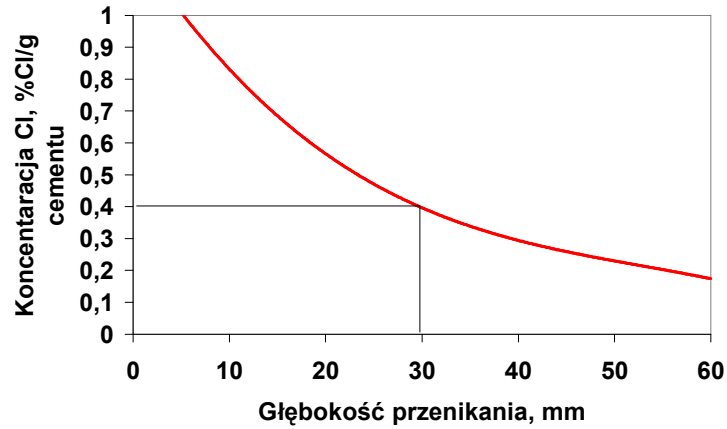
Utworzenie odpowiedniej, szczelnej bariery dla wilgoci i wody, w której są rozpuszczone rozmaite substancje chemiczne, jest zatem bardzo ważne. Okres żywotności obiektu jest wówczas znacznie wydłużony a ochrona katodowa pełni rolę raczej interwencyjną (np. w przypadku pęknięć otuliny stali).

Na rys. 1 pokazano wpływ stopnia nasycenia betonu dwutlenkiem węgla na wytrzymałość na ściskanie betonu, a na rys. 2 głębokość przenikania chloru w zależności od jego koncentracji.

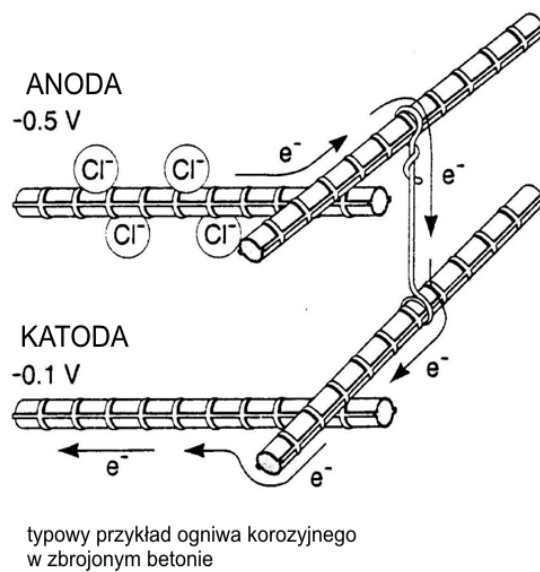
Roztwory chlorków ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Jony chloru grupują się na stali zbrojeniowej powodując powstanie różnicy potencjałów i przepływ prądu jonowego. Jeśli powłoka tlenkowa stali uległa zniszczeniu w opisany sposób to proces korozji elektrochemicznej jest zainicjowany.



Rys. 1. Wytrzymałość betonu w zależności od stopnia nasycenia CO₂ [4]



Rys. 2. Koncentracja chloru i głębokość przenikania [4]



Rys. 3. Ogniwo korozyjne w żelbetonie [4]

W pracy zostaną pokazane przykłady zastosowania wysokiej klasy powłok, nakładanych w stanie ciekłym, będących kompozycją uretanów i asfaltu, lub powłok czysto uretanowych.

Te dwuskładnikowe, chemoutwardzalne powłoki są nakładane głównie metodą natrysku, ale mogą też być nakładane ręcznie. W różnych zastosowaniach, są często wzmacniane tkaniną poliestrową, np. jeśli są nakładane wprost na zagęszczonym podłożu glebowym (składowiska odpadów, dna sadzawek, fontann itp.).

2. Ogólna charakterystyka prezentowanych systemów powłok

Jak to już wspomniano, Anticor CIM są powłokami dwuskładnikowymi. Stosunek bazy do utwardzacza zależy od typu powłoki i wynosi (wagowo) od 5:1 (CIM 2000) i 7:1 (CIM 1000) oraz 9,3:1 (dla CIM 800).

Przedziały, w których mieszczą się najważniejsze właściwości fizyczne omawianych powłok, podano w tablicy 1 [3].

Tabl. 1. Podstawowe właściwości fizyczne powłok CIM

Wytrzymałość doraźna na zerwanie, MPa	4,6 do 8,4
Wydłużenie względne przy zerwaniu, %	200 do 400
Przyczepność do betonu, MPa	2,5
Paro przepuszczalność, g/m ² /24h	bliska 0
Lepkość dynamiczna, Pa.s (w temp. 22°C)	5,5*
Twardość, ° Shore (w temp. pokojowej)	75
Zakres temp. eksploatacji, °C	-50 do 103

* 100 Pa.s, po 40 min. utwardzaniu

Odmiana Anticor CIM 2000 charakteryzuje się szczególną odpornością na czynniki chemiczne szczególnie na wodne roztwory chemikaliów, kwasów, zasad, w całym zakresie pH, włącznie z agresywnym siarkowodorem. Szczególna odporność chemiczna jest istotna przy zastosowaniach na powłoki obiektów pracujących w stałym zanurzeniu oraz jako druga powłoka – powłoka bezpieczeństwa (np. obiekty branży nuklearnej). W przypadku obiektów żelbetowych, wymienionych we wstępie odporność chemiczna ma szczególne znaczenie (przenikanie chlorków stosowanych w zimie na jezdnie mostów i wiaduktów, agresywne czynniki uzdatniające wodę w chłodniach kominowych, itd.). W tablicy 2 są zestawione substancje chemiczne, na które są odporne omawiane powłoki.

Tablica 2. Odporność CIM na czynniki chemiczne [3]

Wodorotlenek amonu, 10%	Kwas fosforowy, 30%
Wodorotlenek sodu, 50%	Kwas siarkowy, 30%
Ropa naftowa*	Kwas solny 10%
Olej napędowy*	Fosforan sodowy, 10%
Glikol etylenowy	Solanka
Metanol*	Ścieki biologiczne
Chloroamina –roztwór wodny	Nadtlenek wodoru, 50%
Krzemian sodowy	Wino

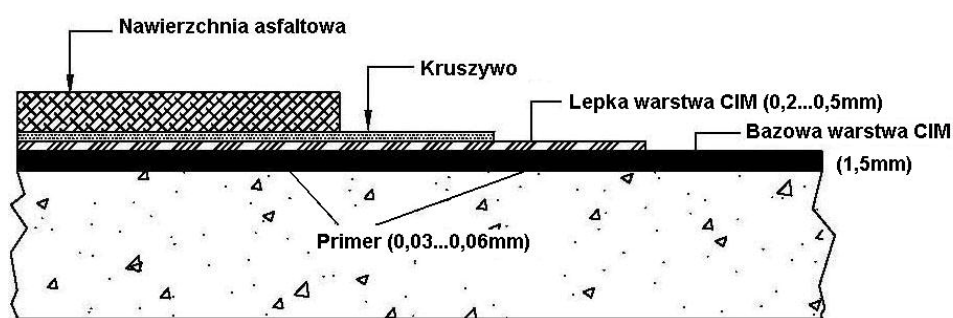
3. Uwagi istotne przy stosowaniu powłok CIM do ochrony betonu

Powłoki te są powszechnie stosowane jako bariera przeciwwilgociowa w konstrukcjach betonowych mostów, a także jako nawierzchnia przeciwpślizgowa dróg zewnętrznych i wewnętrznych oraz parkingów i miejsc postojowych, z dodatkiem grysów.

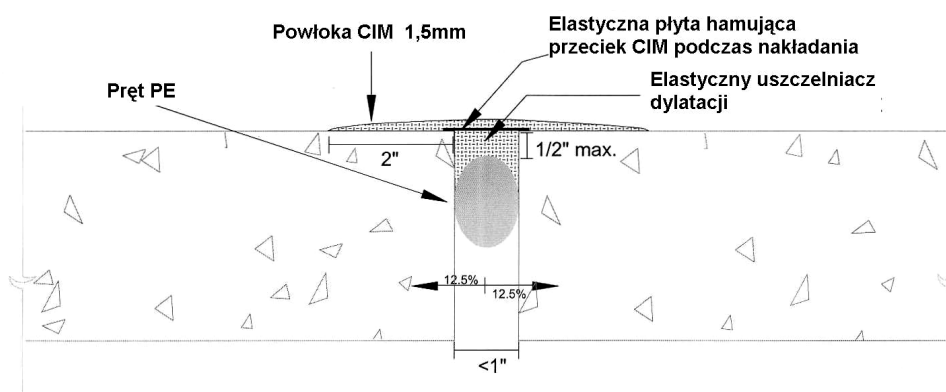
Często zachodzi potrzeba zagruntowania powierzchni primerem epoksydowym, na grubość, mierzoną na mokro, minimum 130 mikrometrów. Primer epoksydowy może być także użyty w celu uniknięcia odgazowywania powłoki podczas nakładania.

Przygotowanie powierzchni. Świeży beton powinien osiągnąć wytrzymałość na ściskanie przynajmniej 21MPa, a jego powierzchnia musi być sucha i pozbawiona warstwy mleczka cementowego. Stary beton musi być czysty i suchy, pozbawiony zatluszczeń, kurzu i gruzu. Zaleca się także usunąć mleczko cementowe, jeśli istnieje, w celu odsłonięcia warstwy kruszywa. Choć beton może się wydawać suchy na powierzchni, to jednak pod nią zwykle występuje znaczna wilgoć. Zgodnie z wytycznymi norm PN-EN 1353 i PN-EN 206-1, zaleca się przeprowadzenie co najmniej dwóch testów sprawdzających wilgotność.

Nakładanie powłoki. Przy nakładaniu powłok należy zwrócić szczególną uwagę na szczeliny i dylatacje, ubytki i wgłębienia oraz ostre przejścia i krawędzie. Szczeliny o szerokości mniejszej niż 1,6mm nie wymagają specjalnych zabiegów. Wszystkie szczeliny o szerokości powyżej 1,6 mm do 3,2 powinny być najpierw pokryte paskiem materiału CIM, zanim zostanie położona zasadnicza powłoka. Pionowe lub pochyle ściany wymagają wypełnienia szczelin powłoką CIM nakładaną szpachlą. Do wzmocnienia powłoki na szczelinach i dylatacjach można zastosować tkaninę CIM Scrim. Podobnie jak odkryte dziury, wgłębienia i ubytki muszą być wypełnione zarówno na powierzchniach pionowych jak i poziomych. Powłokę CIM należy nałożyć także przynajmniej 50 mm poza krawędzie defektu powierzchni.



Rys. 4. Struktura powłoki CIM nałożonej na betonową płytę mostu pod jezdnię asfaltową [3]



Rys. 5. Powłoka CIM na dylatacji płyt betonowych [3]

4. Przykłady zastosowania



Rys. 6. Powłoka CIM nałożona na konstrukcje mostowe [3]



Rys. 7. Nakładanie CIM w basenie zbiorczym chłodni kominowej [3]



Rys. 8. Montaż tytanowych anod wstęgowych na zbrojenie betonu [4]



Rys. 9. Anody wstęgowe zamocowane na zbrojeniu betonu.
Widoczna elektroda odniesienia [4]

Zaprezentowane w pracy powłoki CIM, są z powodzeniem stosowane od wielu lat w różnych częściach świata. Wydają się być niezastąpione przy tworzeniu barier przeciwwilgociowych i barier dla agresywnych czynników wytwarzanych przez współczesną cywilizację, zapobiegając ich przenikaniu do środowiska naturalnego oraz do obiektów inżynierskich szczególnie betonowych, stalowych i innych (np. drewnianych). Nakładanie powłok CIM jest łatwe. Ponadto, można osiągnąć duże wydajności nakładania, co jest bardzo istotne przy zabezpieczaniu dużych powierzchni.

Powłoki CIM bardzo dobrze wspomagają ochroną katodową stali zbrojeniowej, która powinna być podstawową technologią przeciwkorozyjną obiektów żelbetowych.

Literatura

- [1] Bochenek A., Pieniążek W.: *Membrany przemysłowe Anticor CIM do ochrony przeciwkorozyjnej betonu*, „Mosty Dolnośląskie” – Biuletyn Związku Mostowców RP 2008, nr 4.
- [2] Juchniewicz R. *Ochrona Katodowa XXI wieku*, Zbiór referatów Symposium Naukowo-technicznego „Nowoczesne metody diagnozowania i aktywnej ochrony antykorozyjnej”, Zakopane 1998.
- [3] Materiały techniczne firmy CIM Industries.
- [4] Materiały techniczne firmy de Nora.
- [5] Pieniążek W. *Powłoki przeciwkorozyjne nakładane w stanie ciekłym na rurociągi, Część 2: Powłoki poliuretanowe*, „Ochrona przed Korozją” 2006, na 2.
- [6] PN-EN 206-1:2003, *Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*.
- [7] PN-EN 2954: 2004, *Cathodic protection of buried or immersed metallic structure*.