

# Problemy z powłokami antykorozyjnymi na elementach wyposażenia obiektów mostowych

**Kowalski Dariusz**

Politechnika Gdańska, Gdańsk, Polska

**XX Konferencja Naukowo-Techniczna. Trwałość budowl i ochrona przed korozją. Warszawa - Gliwice - Szczyrk, 18-20 maja 2016, pp. 23-26.**

**Abstrakt:** Poniżej przedstawiono problem wadliwości zabezpieczenia antykorozyjnego w zakresie malarskich powłok ochronno - dekoracyjnych wykonywanych na stalowych elementach barier zabezpieczonych uprzednio poprzez ocynkowanie metodą zanurzeniową. Wykorzystując przykłady pochodzące z różnych obiektów przedstawiono powtarzający się problem delaminacji powłok malarskich, niezależny od rodzaju zastosowanych wyrobów lakierowniczych oraz znacznego rozwoju korozji na odśnżanym podłożu cynkowym. Zwrócono również uwagę na przypadki nieprawidłowości dotyczące tych samych elementów, ale związane z brakiem właściwego nadzoru w czasie realizacji robót antykorozyjnych.

**Słowa kluczowe:** farba proszkowa, farba proszkowa poliestrowa, obiekt mostowy, bariera ochronna na mostach, powłoka malarska na stali ocynkowanej, zabezpieczenie typu duplex, wady powłok malarskich, błędy realizacji

## Problems with anticorrosion coatings of bridge equipment elements

**Abstract:** The problem of defective corrosion protection concerning paint, protective and decorative coatings of steel barriers elements, made on hot dip galvanized coating, is presented in the paper. Examples taken from various objects represent a recurring problem of the coating system delamination, regardless of the nature of the paint products and resulting with significant growth of corrosion on the zinc surface. Attention was also drawn to other cases of irregularities concerning the same elements, but occurring due to lack of proper supervision during the execution of corrosion protection works.

**Key words:** powder paint, polyester powder coating, bridge building, safety barrier for bridges, paint coating on galvanized steel, duplex coating, defects in paint, execution errors

### 1. Bariery ochronne na obiektach mostowych

Nieodzownym elementem większości obiektów mostowych są różnego rodzaju bariery ochronne zabezpieczające osoby korzystające z chodników, zlokalizowanych na poboczach mostów, przed upadkiem z wysokości. Bariery występują również na różnego rodzaju dojazdach do obiektów mostowych zapewniających dostęp obsługi do elementów infrastruktury technicznej. Z uwagi na lokalizację i cel dla którego instaluje się bariery, wykonywane są one w różnej formie geometrycznej, co uwarunkowane jest zadaniem jaki muszą spełnić w określonych miejscach. W bardzo wielu realizowanych ostatnio projektach infrastrukturalnych elementy te występują w znacznej ilości, i choć stanowią element drugorzędny, dość często to właśnie one są powodem stwierdzenia usterek przez zarządców obiektów i zgłaszania reklamacji do wykonawców poszczególnych inwestycji. Problemy z barierami ochronnymi związane są często z jakością wykonania konstrukcji metalowej, a przede wszystkim jakością wykonania zarówno połączeń spawanych, jak i śrubowych. Równie często są to problemy dotyczące stanu powłok zabezpieczenia antykorozyjnego tych elementów. W odniesieniu do wielu przypadków problemy ujawniają się po bardzo krótkim okresie eksploatacji, najczęściej stwierdzone są w trakcie pierwszego lub drugiego corocznego przeglądu gwarancyjnego przeprowadzanego na obiekcie (rys. 1). Tak krótki czas eksploatacji ujawniający znaczne wady zarówno powłoki malarskiej jak i całego systemu ochrony antykorozyjnej jest niezgodny z wymaganiami opisanymi w kontraktowych specyfikacjach technicznych zamawiającego, które oparte są na postanowieniach normy PN-EN ISO 12944 [1], jak również zaleceniach GDDKiA [2]. Takie sytuacje są nieakceptowalne dla użytkownika. Najczęściej w dostarczonym projekcie i specyfikacji technicznej zakłada się wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych o minimalnie piętnastoletnim okresie trwałości.



Rys. 1. Przykłady stanu powłok malarskich na elementach stalowych ocynkowanymi zanurzeniowo na trzech wybranych wiaduktach drogowych wykonanych nad: a) autostradą [3], b) drogą krajową [3], c) obwodnicą miasta [4],

Fig. 1. Examples of technical condition of painted coatings made on hot dip galvanized steel parts of three selected road bridges over: a) the highway [3], b) the expressway [3], c) the ring road of the city [4]

## 2. Wady malarskiego zabezpieczenia antykorozyjnego barier

Zgodnie z wymaganiami projektowymi zawartymi w ST dla każdej z prezentowanych realizacji (rys. 1) wymagany był dwuwarstwowy system zabezpieczenia antykorozyjnego złożony z metalicznej powłoki cynkowej wykonanej w technologii cynkowania zanurzeniowego oraz powłok malarskich, które oprócz dodatkowej barierowej ochrony antykorozyjnej spełniały funkcje architektoniczne w zakresie kolorystyki obiektów. W każdej z prezentowanych realizacji wykonano inny system zabezpieczenia malarskiego (np.: termoutwardzalna poliestrowa farba proszkowa, ciekła farba poliwinylowa). Jednakże, niezależnie od wybranego przez wykonawców wariantu powłoki wady, które ujawniły się po krótkim okresie eksploatacji, są skutkiem braku zachowania wymagań technologicznych w zakresie pokrywania elementów ocynkowanych powłokami malarskimi. W każdym z przypadków stwierdzone były następujące problemy: a) częściowy lub całkowity brak przyczepności powłoki malarskiej do podłoża cynkowego, co w wielu miejscach skutkowało już całkowitym brakiem powłoki, b) występowanie na powłoce malarskiej białych wykwitów w formie plam lub pajęczynowatej siatki, c) spękanie i nieuszczelnienie powłoki, d) biały nalot na odsłoniętych powłokach cynkowych, które świadczyły o dość intensywnie przebiegających procesach korozyjnych. Wszystkie te wady powodowały, iż wykonawcy zaczęli szukać przyczyn ich powstawania, ewentualnej odpowiedzialności poszczególnych uczestników procesu realizacji robót, jak i możliwych sposobów naprawy stwierdzonych wad.

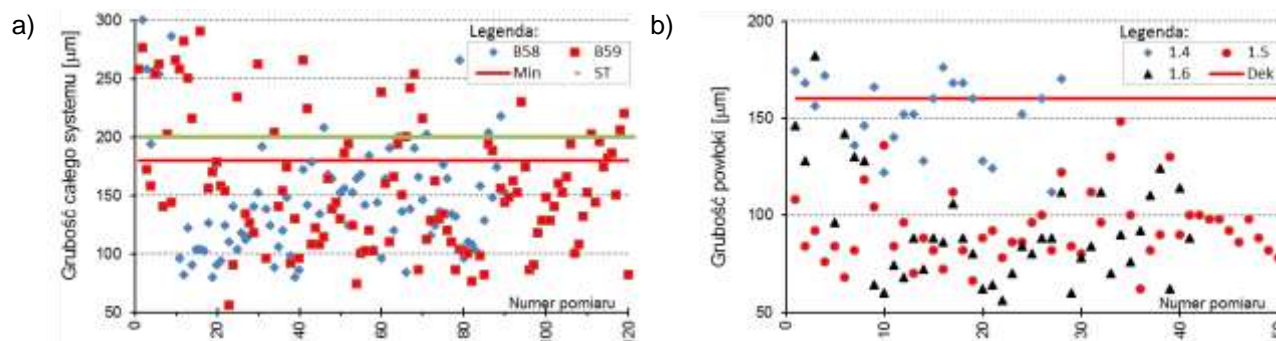
## 3. Ocena przyczyn stwierdzonego stanu technicznego powłok malarskich

Pomimo, że w każdym z przypadków zastosowano inne rodzaje materiałów lakierniczych, to główną przyczyną wszystkich zaistniałych sytuacji było nieodpowiednie przygotowanie powierzchni powłok cynkowych pod wykonanie kolejnej warstwy zabezpieczenia, oraz nieuwzględnienie wymagań technologicznych związanych z nałożoną już powłoką metaliczną. W przypadku powłok antykorozyjnych jednowarstwowych, wykonanych na bazie cynkowania zanurzeniowego i zgodnie z normą PN-EN ISO 1461 [5], produkty korozji cynku w postaci tlenków i wodorotlenków cynku odpowiadają za powstanie zewnętrznej warstwy patyny chroniącej powierzchnię przed dalszym rozwojem procesów korozyjnych na powierzchni metalu ochronnego. Jednak produkty korozji, w początkowej fazie ich powstawania, nie są ściśle związane z podłożem, co uniemożliwia dobrą adhezję nakładanych powłok malarskich do podłoża cynkowego (co było oceniano zarówno wizualnie jak badawczo – badanie przyczepności metodami nacięć oraz testu pull-off). Kolejny problem stanowi duża gładkość nowej powłoki cynkowej, co w przypadku braku odpowiedniej chropowatości uniemożliwia powłokom malarskim właściwe zakotwienie w podłożu cynkowym. Szkodliwym dla adhezji powłoki malarskiej jest proces uwalniania się gazów z powłoki cynkowej, który szczególnie intensywnie zachodzi w przypadku powłok wykonywanych na bazie farb

proszkowych, wymagających w trakcie ich powstawania wysokotemperaturowych procesów do utwardzenia. Powstający wówczas intensywny efekt odgazowania powłoki cynkowej przyczynia się do powstania lokalnie stref braku przyczepności i zjawisk pęcherzenia powłoki malarskiej. Występuje również zjawisko nieszczelności utwardzanych powłok, co objawia się licznymi nakłuciami, otworkami w powłoce. Brak szczelności zewnętrznych powłok ochronnych w każdym zabezpieczeniu powłokowym jest przyczyną ułatwionego dostępu czynników środowiskowych do niżej położonych warstw, w tym przypadku cynkowych, które ulegając procesowi korozji powodują stopniową degradację sił przyczepności powłok do podłoża, a tym samym ich delaminację, co w konsekwencji często kończy się jej odpadaniem.

U podstaw problemów związanych z adhezją powłoki malarskiej do powierzchni cynku leży zagadnienie odpowiedniego oczyszczenia i przygotowania podłoża, które zależy od rodzaju nakładanej powłoki malarskiej i jednoczesnego usunięcia luźnych produktów korozji powłoki cynkowej. W przypadku farb proszkowych termoutwardzalnych wymagane jest trawienie tych elementów w kwasach a następnie wykonanie powłoki konwersyjnej, zwiększające przyczepność, która uzyskiwana jest przy niskim poziomie pH [6]. Natomiast przy powłokach z farb ciekłych wymagana jest delikatna obróbka strumieniowo – ścierna lub w ostateczności obróbka chemiczna przy pomocy odpowiednich preparatów o odczynie alkalicznym. Należy wspomnieć, iż ta ostatnia metoda jak dotąd zdała dobrze egzamin na malowaniu ocynkowanych cięgien stalowych, montowanych na stadionie piłkarskim w Gdańsku realizowanym na EURO2012 [7]. Problematyka odpowiedniego przygotowania podłoża cynkowego pod aplikacje malarskie doczekała się już opracowań normowych zarówno krajowych np. PN-EN 15773:2009 [8] jak i zagranicznych ASTM D7803-12 [9], do których niestety nie ma odwołań ani w projektach ani specyfikacjach. Jest również wiele opracowań rodzimych, które ten temat podnoszą, pokazują możliwe problemy i sposoby ich rozwiązania [10]–[14]. W odniesieniu do powłok z farb proszkowych odrębnym zagadnieniem jest ich właściwe utwardzenie i związane z tym wygrzewanie elementów w piecach wymagające innych parametrów niż przy aplikacji tych farb na powierzchni stali bez galwanizacji [6]. Również przebieg technologii procesu cynkowania może mieć wpływ na adhezję powłok malarskich [13].

Kolejnym problemem dotyczącym zewnętrznej warstwy ochronnej jest zastosowanie w każdym z analizowanych przypadków wyrobów niezgodnych z wymaganiami podanymi w ST zamawiającego, a w szczególności niestosowanie się do wymagań odnośnie wymaganej grubości (rys. 2a). Wykonawcy powoływali się w tych przypadkach na karty techniczne poszczególnych wyrobów dopuszczające mniejsze grubości, ale jak się okazało, również i one nie były zachowane. Należy tu wspomnieć również o występujących błędach i niejednoznacznościach pomiędzy zapisami w specyfikacjach odnośnie wymaganej wartości grubości systemu antykorozyjnego, co było skrętnie wykorzystywane przez wykonawców na ich korzyść, bez uwzględnienia wymagań ochrony barierowej stosowanych systemów. Znaczne zaniżenie grubości powłok malarskich w warunkach eksploatacji na obiektach mostowych, szybko przyczyniło się do destrukcji powłok i rozwoju korozji (rys. 2b).



Rys. 2. Przykładowe pomiary grubości: a) kompletny system antykorozyjny, b) grubość powłoki malarskiej  
Fig. 2. Thickness measurement samples: a) full anti-corrosion system, b) thickness of the paint coating

#### 4. Problem nierzetelność wykonawców robót i nadzoru inżynierskiego

Odrębnym zagadnieniem, w każdym z trzech prezentowanych przypadków, jest każdorazowe stwierdzenie występowania w obrębie analizowanych barier elementów stalowych bez kompletnego systemu zabezpieczenia antykorozyjnego, wymaganego dokumentacją kontraktową (rys. 3). Stwierdzenie na obiektach przypadków oznak rozwoju typowej korozji dla czarnej stali konstrukcyjnej, jak również fragmentów z nienaruszoną zendrą walcowniczą, świadczy o braku właściwego nadzoru w trakcie realizacji i oszustw ze strony wykonawców robót. W każdym z tych przypadków występowały fragmenty nietypowo ukształtowanego obarierowania, wynikające z geometrii obiektów i układu elementów wsporczych, które były wykonywane i dopasowywane bezpośrednio na obiekcie. Sprefabrykowane elementy obarierowania, po dopasowaniu do indywidualnych lokalizacji, zamiast trafiać do cynkowni były pokrywane wyłącznie powłokami malarskimi bezpośrednio na miejscu wbudowania, bez zachowania warunków odpowiedniego przygotowania podłoża. Naganną sprawą były również przypadki łączenia sprefabrykowanych i kompletnie zabezpieczonych antykorozyjnie elementów składowych w całość funkcjonalno - użytkową za pomocą technik spawalniczych wykonywanych bezpośrednio na obiekcie. Montaż obiektowy poprzedzony był często wykonywaniem różnych przeróbek w zakresie dostarczanych prefabrykatów. Takie działania doprowadziły do miejscowego uszkodzenia ochronnych systemów antykorozyjnych.



Rys. 3. Elementy barier wykonane bez powłoki cynkowej i z objawami korozji typowymi dla czarnej stali węglowej  
Fig. 3. Elements of barriers made without the zinc coating and corrosion symptoms typical black carbon steel

## 5. Podsumowanie

Przestawione problemy, które wystąpiły przy realizacji trzech różnych kontraktów infrastrukturalnych, wykonanych prawie w jednym czasie, pokazują wiele błędów zarówno w zakresie dokumentacji projektowej [15] oraz jej interpretacji przez wykonawców, jak i dotyczących niewłaściwej technologii realizacji prac budowlano - montażowych, a w szczególności robót w zakresie zabezpieczenia antykorozyjnego elementów stalowych w systemie wielowarstwowym typu „duplex”. Przewiedzone podczas przygotowywania opinii i projektów naprawczych rozmowy z różnymi stronami ukazały bardzo niski stan świadomości kadry inżynierskiej dotyczący zagadnień związanych w szczególności z realizacją robót antykorozyjnych. W wielokilometrowych kontraktach drogowych element obarierowania traktowany był zawsze jako ostatni, do którego nie przywiązywano większego znaczenia zarówno pod względem wyboru podwykonawców poszczególnych robót jak i sprawowaniem nadzoru nad tymi pracami zarówno ze strony nadzoru wykonawcy jak i służb nadzoru inwestorskiego. Przedstawione powyżej problemy wskazują, iż brak jest odpowiedniej wiedzy o współzależnościach technologiczno – materiałowych zarówno wśród projektantów, nadzoru budowy jak i technologów w związku z łączeniem różnych technologii antykorozyjnych jeden układ ochrony przed korozją elementów stalowych.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] PN-EN ISO 12944 Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.
- [2] Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych, załącznik do Zarządzenia nr 15 GDDKiA z 8 marca 2006 r., Warszawa 2006.
- [3] Kowalski D., Opinie techniczne - KONSTRUKTOR Dariusz Kowalski, Gdańsk, 2013.
- [4] Kowalski D., Urbańska-Galewska E., Opinie techniczne KKMIZwB WILiŚ Politechnika Gdańska, Gdańsk, 2014.
- [5] PN-EN ISO 1461:2011 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową.
- [6] Królikowska A., Augustyński Ł., Komorowski L., Ochrona przed Korozją, 55, 12(2012) 568.
- [7] Kowalski D., Aluminiowo-poliwęglanowe poszycie przekrycia stadionu piłkarskiego w Gdańsku, Inżynieria i Budownictwo, vol. 68, nr 12, 2012, pp. 643-646.
- [8] Kowalski D., The aluminium and polycarbonate covering to the roof over the stadium in Gdańsk, Steel Construction vol. 6, no 1, 2013, 61-66.
- [9] PN-EN 15773:2009 Przemysłowe nakładanie organicznych farb proszkowych na wyroby ze stali ocynkowanej zanurzeniowo lub szperardyzowanej (systemy duplex) - Specyfikacje, zalecenia i wskazówki.
- [10] ASTM D7803 - 12 Standard Practice for Preparation of Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coated Iron and Steel Product and Hardware Surfaces for Powder Coating.
- [11] Hamela D., Ochrona przed Korozją, 9 (2000) 237.
- [12] Królikowska A., Zubilewicz M., Ochrona przed Korozją, 10 (2008) 360.
- [13] Dębska D., Materiały Budowlane, 5 (2010) 58.
- [14] Komorowski L., Ochrona przed Korozją, 9 (2012) 380.
- [15] Jelonek A., Polski Przemysł, 2015.
- [16] Urbańska-Galewska E., Kowalski D., Dokumentacja projektowa konstrukcji stalowych w budowlanych przedsięwzięciach inwestycyjnych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015.

### Informacje o autorze

dr inż. Dariusz Kowalski, absolwent Wydziału Budownictwa Lądowego Politechniki Gdańskiej, zatrudniony na Politechnice Gdańskiej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska w Katedra Konstrukcji Metalowych i Zarządzania w Budownictwie, zainteresowania: konstrukcje metalowe, badania NDT, ochrona antykorozyjna, realizacja i ocena obiektów o konstrukcji metalowej, proces inwestycyjny, projektant, inspektor, rzeczoznawca budowlany, kowdar@pg.gda.pl

Adres do korespondencji: Dr inż. Dariusz Kowalski, Katedra Konstrukcji Metalowych i Zarządzania w Budownictwie, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk.

For citation:

Kowalski D., Problemy z powłokami antykorozyjnymi na elementach wyposażenia obiektów mostowych. XX Konferencja Naukowo-Techniczna: Trwałość budowl i ochrona przed korozją. Kontra 2016. Warszawa-Gliwice-Szczyrk, 16-18 maja 2016, pp. 23–26.