

mgr inż. Łukasz Augustyński^{1*)}
 dr inż. Agnieszka Królikowska¹⁾
 mgr inż. Robert Chrzanowski¹⁾

Ocena skuteczności zabezpieczeń cienkościennych elementów metalowych na podstawie badań eksploatacyjnych

The assessment of the quality of the corrosion prevention of the thin-wall structures by their behaviour during service

DOI: 10.15199/33.2015.05.04

Streszczenie. W artykule zaprezentowano sposób wykorzystania dokumentacji referencyjnej do miarodajnej oceny skuteczności proponowanych technologii antykorozyjnych do zabezpieczenia cienkościennych elementów konstrukcyjnych usytuowanych w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni. Zdaniem autorów badania eksploatacyjne są bardziej wiarygodne niż laboratoryjne, prowadzone na bazie starzenia w atmosferach sztucznych. W związku z tym warto monitorować i oceniać stan już zastosowanych zabezpieczeń antykorozyjnych.

Słowa kluczowe: aluminium, ekrany akustyczne, badania eksploatacyjne, profile cienkościenne.

Abstract. In the paper it has been presented how to make case study data useful to confirm the performance of solutions proposed for corrosion protection for the thin-wall structures prior their erection in traffic lane. Authors state that natural weathering performance behaviour is more accurate than accelerated laboratory testing in artificial atmospheres. Thus, monitoring and assessment of the condition of the solutions being already in service is absolutely desired.

Keywords: aluminium, acoustic barriers, service behaviour, thin-wall profiles.

W 2012 r. Instytut Badawczy Dróg i Mostów opracował, na zlecenie Zarządu Dróg Miejskich (ZDM) w Warszawie, *Katalog Technologii Zabezpieczania Antykorozyjnego Konstrukcji Wykonanych z Profili Cienkościennych lub Blach o Grubościach do 3 mm* (Katalog), w odpowiedzi na problemy dotyczące przedwczesnej degradacji powłok na ekranach akustycznych wykonanych z blach aluminiowych bądź stalowych ocynkowanych, które ZDM był zobowiązany ustawiać na mocy odrębnych przepisów.

Stosowanie materiałów jedynie na bazie zapewnień dostawcy jest ryzykowne i dlatego inwestor woli posiłkować się opinią podmiotów trzecich, np. raportem z badań wykonanych przez niezależne laboratorium. Z drugiej strony rozwiązanie to nie jest pozbawione wad, gdyż oddziaływanie czynników korozyjnych w warunkach badań przyspieszonych, tj. w sztucznej atmosferze, nie jest nasilone w sposób proporcjonalny. Doprowadziło to do sytuacji, że materiał jest odporny na warunki sztuczne, a na naturalne nie, albo odwrotnie. Zdecydowanie najbardziej miarodajne są badania eksploata-

cyjne. Trudno jednak byłoby je prowadzić a priori, ze względu na zbyt duże koszty.

Wykorzystanie bazy referencyjnej jako wyników badań eksploatacyjnych wymaga pewnego uściślenia. Szybkość korozji atmosferycznej nie jest stała. Zależy od wielu czynników, których nasilenie powinno zostać określone przy sporządzaniu dokumentacji referencyjnej.

Czynniki wpływające na postęp korozji w warunkach drogowych

Odległość od jezdni. W przypadku konstrukcji usytuowanej w pobliżu drogi, czynnikami przyspieszającymi korozję są: sól stosowana do odładzania jezdni w okresie zimowym, tlenki siarki i azotu obecne w spalinach, para wodna, co wykazano w [1] oraz żwir wyrzucany spod kół pojazdów. Wszystkie wymienione czynniki oddziałują tym silniej, im bliżej jezdni znajduje się konstrukcja, co schematycznie zilustrowano na rysunku.

Natężenie ruchu. Im więcej samochodów porusza się po drodze, tym więcej spalin przenika do powietrza, co zwiększa korozyjność atmosfery. Zgodnie z [2] najbardziej ruchliwym mostem w Warszawie, jeszcze przed jego obecną modernizacją, był most Grota-Roweckiego o natężeniu po-



Odległość od jezdni jako czynnik wpływający na szybkość korozji

Distance from road as the factor influencing corrosion rate

nad 160 tys. pojazdów na dobę. Miarą zatłoczenia, które wydaje się być poprawniejszym parametrem dla oceny ryzyka korozji, może być stosunek natężenia do ilości pasów. Z tabeli 1 wynika, że most Poniatowskiego, o porównywalnym natężeniu ruchu do mostu M. Skłodowskiej-Curie, niesie większe obciążenie korozyjne dla konstrukcji zlokalizowanej blisko pasa ruchu. Istotna jest również topografia zabudowy, gdyż spaliny trudniej dyfundują, jeśli droga jest osłonięta ekranami akustycznymi lub budynkami. Wydaje się jednak, że w przypadku konstrukcji usytuowanej blisko pasa ruchu jest to czynnik drugorzędny.

Klimat. Wpływ klimatu na rozwój korozji został dokładnie przebadany i opisany m.in. w normie ISO 9223 [3]. Do wymienionych tam podstawowych czynników, jak

¹⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów

^{*} Autor do korespondencji:

e-mail: laugustynski@gmail.com

Tabela 1. Natężenie ruchu na mostach w Warszawie w 2013 r.
Table 1. Traffic intensity on bridges in Warsaw

Nazwa mostu	Natężenie ruchu [tys. poj./doba]	Ilość pasów	Natężenie na jeden pas [tys. poj./doba]
Most Grota-Roweckiego (Toruński)	164	8	21
Most Łazienkowski (Berlinga)	113	6	19
Most Siekierkowski	102	6	17
Most Poniatowski	51	4	13
Most Marii Skłodowskiej-Curie (Północny)	51	6	8
Most Gdański	45	4	11
Most Świętokrzyski	23	4	6
Most Śląsko-Dąbrowski	17	2	8

temperatura powietrza, wilgotność względna, warto dodać liczbę przejść przez zero, co w przypadku przejściowego klimatu umiarkowanego, właściwego dla większości obszarów Polski, jest znamienne.

Elementy uwiarygodniające dokumentację

Badania eksploatacyjne polegają na wizualnej ocenie parametrów technicznych i dlatego powinny być wykonane przez doświadczonego specjalistę, biegłego w zakresie norm i z dużym doświadczeniem, np. Certyfikowanego Inspektora Prac Antykorozyjnych.

Dzięki postępowi w chemii budowlanej producenci materiałów powłokowych potrafią zmienić właściwości produkowanych wyrobów nie tylko przez zmianę np. głównych żywic i pigmentów, ale również przez stosowanie dodatków, których śladowe ilości znakomicie poprawiają wybrane parametry użytkowe produktu. Takie aktywne składniki nie tylko zwiększają cenę produktu, ale również mogą wywołać skutki uboczne. Istotne jest więc, aby mieć pewność, że zarówno materiał referencyjny, jak i rozpatrywany bazują na sprawdzonej recepturze. Potrzebne jest zatem proste badanie, którego wynik mógłby stać się swoistym rodzajem materiałowego odcisku palca. W przypadku materiałów powłokowych taką rolę spełnia badanie FTIR (*Fourier Transmission Infra Red*), zalecane m.in. w normie ISO 20340 [4], dotyczącej badań przyspieszonych materiałów powłokowych do stosowania na konstrukcjach tzw. off-shore. Na podstawie wyniku badania, czyli widma, można zdecydować, czy materiał rozpatrywany i referencyjny są tożsame, czy nie. Można też ocenić zakres podobieństwa.

W systemach wielowarstwowych każda składowa powłoka spełnia inną funkcję

i najczęściej ma inną recepturę. Z tego powodu grubość każdej z nich jest istotna dla trwałości systemu. Najbardziej wiarygodną metodą oceny grubości jest badanie mikroskopowe wykonane na tzw. zglądzie, czyli wypolerowanym przekroju poprzecznym, gdzie widać pod powiększeniem ok. 100 razy wszystkie poszczególne warstwy pod warunkiem, że różnią się kolorem.

Trudno wierzyć zapewnieniom o skuteczności proponowanej technologii, jeśli nie można, chociaż wyrywkowo, zweryfikować informacji o technologii. W związku z tym, niezwykle ważne jest, aby jednoznacznie określić lokalizację eksploatowanych konstrukcji. Obecnie jest to niezwykle proste, bo fotografia i współrzędne geograficzne pozycjonowane za pomocą GPS jednoznacznie i bezbłędnie identyfikują miejsce usytuowania konstrukcji, które jeśli jest ogólnodostępne, może być dodatkowo, dla potwierdzenia, zbadane przez innego specjalistę.

Podstawowym wymaganiem dotyczącym systemów powłokowych jest zachowanie właściwości przez określony okres. W przypadku aluminiowych lub stalowych ocynkowanych konstrukcji z elementów cienkościennych określa się brak zardzewień, złączeń oraz przyczepność na mokro (po 20 min. gotowania) i sucho np. wg ISO 2409 [5]. To jak długo eksploatowane systemy zachowują swoje właściwości, jest miarą ich skuteczności. Sens ma ocena po odpowiednio długim czasie, co najmniej kilku lat, gdy drugorzędne czynniki nie mają już decydującego wpływu, natężenie ruchu osiągnęło docelową wartość, a warunki klimatyczne się uśredniły.

Katalog rekomenduje 3 sposoby weryfikacji skuteczności rozwiązań materiałowych. Na **pierwszym miejscu wskazano badania eksploatacyjne**, bazujące na precyzyjnym opisie referencyjnego zastosowania technologii antykorozyjnej. Opracowano sposób przeprowadzenia raportu z dokumentacji referencyjnej, przez jej uściślenie i uzupełnienie.

W tabeli 2 podano wymagania, jakie powinna spełnić dokumentacja referencyjna, aby można było na jej podstawie uznać, że rozważany system antykorozyjny nadaje się do zastosowania w praktyce. Zawarte są w niej wymagania formalne oraz oczekiwane wartości parametrów użytkowych. Jeśli dokumentacja referencyjna zawiera wszystkie informacje z tabeli 2 oraz spełnia określone w niej wymagania, to może być uznana za raport z badań eksploatacyjnych, potwierdzający skuteczność proponowanych rozwiązań materiałowych.

Tabela 2. Wymagania dotyczące dokumentacji referencyjnej
Table 2. Requirements for field test documentation

Elementy raportu	Wymagania
Odstęłość od jezdni	≤ 1,5 m
Natężenie ruchu	≥ 6000 pojazdów/dobę/jeden pas
Czas eksploatacji	≥ 10 lat
Zardzewienie (nie dot. uszkodzeń mechanicznych)	Ri0
Złączenie	0
Przyczepność na mokro i sucho	0
Autor raportu referencyjnego	certyfikat inspektora prac antykorozyjnych lub dyplom ukończenia kursu antykorozyjnego, lub udokumentowany co najmniej 3-letni staż pracy jako specjalista antykorozyjny
FTIR	zgodność widm z wzorcem
Zgląd grubości warstw	grubości powłok zgodne ze specyfikacją
Data oceny i pozycja GPS	Podane
Dokumentacja fotograficzna	co najmniej 2 zdjęcia: – poglądowe z widocznym usytuowaniem, – zbliżenie fragmentu widocznego na zdjęciu poglądowym
Klimat	umiarkowany przejściowy

Wnioski

Najbardziej wiarygodnym sposobem badania skuteczności systemów antykorozyjnych są badania eksploatacyjne. Możliwe jest też wykorzystanie dokumentacji referencyjnej, pod warunkiem przyjęcia jednolitych i gruntownych zasad oceny.

Stosowanie technologii o doskonałej trwałości przyczyni się do obniżenia średniego rocznego kosztu utrzymania konstrukcji, a tym samym pozwoli zaoszczędzić środki. Z drugiej strony rośnie ryzyko przeszacowania czasu bezawaryjnego użytkowania, co spowoduje dodatkowe wydatki zamiast spodziewanych oszczędności. Receptą byłby wiarygodny sposób oceny trwałości, co umożliwia badania eksploatacyjne.

Literatura

- [1] Ł. Augustyński „Ruch uliczny a korozja”, *Ochrona przed Korozją* 8/2011, s. 518 – 522.
- [2] <http://www.zdm.waw.pl/aktualnosci/natezenie-pomiarow-na-mostach/>.
- [3] ISO 9223:2012 Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation (Korozja metali i stopów – Korozyjność atmosfer – Klasyfikacja, określanie i ocena).
- [4] ISO 20340:2009 Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures (Farby i lakiery – Wymagania użytkowe systemów malarskich dla konstrukcji bezbrzeżnych i podobnych).
- [5] PN-EN ISO 2409:2008 Farby i lakiery – Badanie metodą siatki nacięć.

Otrzymano 22.10.2014 r.