

Leszek Gil, Ireneusz Pawełczak, Michał Jaczewski

Zapobieganie korozji naczep i przyczep stosowanych w transporcie drogowym

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2019.036
Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

W artykule omówiono rozwiązania ochrony antykorozyjnej elementów przyczep i naczep. Ze względu na zróżnicowane warunki eksploatacji powłoka zabezpieczająca elementy metalowe musi być odporna na działanie substancji chemicznych w suchym i wilgotnym środowisku stymulującym procesy korozyjne. Odporność antykorozyjna musi być także zapewniona na elementach poddanych lokalnie dużym naprężeniom i obciążeniom cieplnym jakie panują podczas eksploatacji naczep w transporcie drogowym. W opracowaniu określono także kryteria i metody doboru powłok zabezpieczających powierzchnie narażone na korozję.

Słowa kluczowe: korozja, zabezpieczenia antykorozyjne, transport drogowy.

Wstęp

Ciągniki drogowe i rolnicze produkowane są obecnie głównie przez wielkie koncerny takie jak MERCEDES, MAN, VOLVO, JOHN DEERE i inne. Firmy te mają bardzo rygorystyczne standardy związane z zabezpieczeniami antykorozyjnymi. Producentów naczep i przyczep jest znacznie więcej i poza kilkoma wyjątkami są to firmy o średnim lub małym potencjale produkcyjnym, a zabezpieczenia antykorozyjne realizowane są na bardzo zróżnicowanym poziomie.

W niniejszym artykule omówiono kilka typowych rozwiązań zabezpieczeń antykorozyjnych w oparciu o doświadczenia jednego z producentów farb stosowanych do zabezpieczeń naczep, przyczep i innych podobnych w zastosowaniu środków transportu.

1. Kryteria doboru zabezpieczeń antykorozyjnych

Poprawne przyjęcie kryteriów doboru zabezpieczeń antykorozyjnych nie jest łatwe. W przeciwieństwie do stalowych lub aluminiowych konstrukcji stacjonarnych środki transportu poruszają się w różnych strefach klimatycznych od stref subarktycznych do tropikalnych, mogą więc być narażone na bardzo zróżnicowane kategorie korozyjności od C3 do C5 zdefiniowane zgodnie z PN-EN ISO 12944-2:2018 [1]. Charakterystyczną cechą korozji metali jest to, że posiada ona najczęściej elektrochemiczny charakter - w odróżnieniu do korozji innych materiałów. Środki transportowe poruszające się w strefach nadmorskich, np. przy obsłudze portów, a szczególnie poruszające się po drogach utrzymywanych w okresie zimowym metodami chemicznymi są narażone na aerozol zawierający jony chlorkowe silnie stymulujące procesy korozyjne. Eksploatacja w środowisku silnie korozyjnym środków transportu powoduje ogromne straty. Takie środowisko określane jest we wspomnianej normie jako jedno z najcięższych kategorii - C5. W tabeli 1 zestawiono określenia wymienionych kategorii korozyjności opracowane na podstawie normy PN-EN ISO 12944-2:2018.

Tab. 1. Kategoria korozyjności na podstawie normy PN-EN ISO 12944-2:2018.

Kategoria korozyjności	Ubytek masy na jednostkę powierzchni/ubytok grubości (po pierwszym roku ekspozycji)		Przykłady środowisk w odniesieniu do środków transportu		
	Stal nisko-węglowa	Cynk			
C3 Średnia	>200 do 400	>25 do 50	>5 do 15	>0,7 do 2,1	Atmosfery miejskie i przemysłowe, średnie zanieczyszczenie SO2 Obszary przybrzeżne o małym zasoleniu
C4 Duża	>400 do 650	>50 do 80	>15 do 30	>2,1 do 4,2	Obszary przemysłowe i obszary o średnim zasoleniu
C5 Bardzo duża	>650 do 1500	>80 do 200	>30 do 60	>4,2 do 8,4	Obszary przemysłowe o dużej wilgotności i agresywnej atmosferze

Kolejnym elementem mającym wpływ na dobór poprawnego zabezpieczenia antykorozyjnego jest założenie okresu trwałości tego zabezpieczenia. Norma PN-EN ISO 12944-1 definiuje trwałość jako „oczekiwany czas skutecznej ochrony systemu malarskiego do pierwszej większej renowacji.” Do projektowania zabezpieczeń antykorozyjnych przewidziano cztery okresy trwałości;

- krótki – do 7 lat;
- średni – od 7 do 15 lat;
- długi – od 15 do 25 lat;
- bardzo długi – powyżej 25 lat.

Producent środka transportowego na ogół nie jest w stanie przewidzieć w jakim środowisku lub środowiskach będzie eksploatowany jego produkt więc na ogół musi korzystać z rozwiązań uniwersalnych, zapewniających ochronę przynajmniej w krótkim okresie w środowisku zdefiniowanym jako C5.

Następnym ważnym elementem, który musi być wzięty pod uwagę przy doborze zabezpieczenia jest podłoże, a więc sam materiał jak i sposób jego przygotowania do malowania. W przemyśle samochodowym stosuje się stale niskostopowe o maksymalnej zawartości węgla do 0,22%, stale ogólnego przeznaczenia, stale konstrukcyjne oraz stopy aluminium [3]. Elementy konstrukcyjne powinny być usytuowane tak, aby umożliwić utrzymywanie ich w stanie czystym i suchym. Należy zapewnić bezproblemowy odpływ wody z elementów konstrukcji, pochodzącej z zalań, kondensacji i opadów atmosferycznych. Niektóre elementy konstrukcyjne mogą kumulować pyły, wodę i inne zanieczyszczenia z prowadzonych procesów produkcyjnych. Czynniki te zwiększają zagrożenia korozyjne. Jeśli elementy kumulujące zanieczyszczenia nie mogą być wyeliminowane, muszą mieć zapewnioną możliwość odprowadzenia wody [5].



Rys. 1. Przygotowane podłoże skrzyni naczepy dla właściwego zabezpieczenia antykorozyjnego [opracowanie własne]

Najlepszym przygotowaniem podłoża metalowych do malowania jest obróbka strumieniowo-ścierna. Dla stali stopnie przygotowania powierzchni tą metodą zostały opisane w normie PN-EN ISO 8501-1 [2]. W przypadku aluminium obróbka strumieniowo-ścierna ograniczona jest pewnymi warunkami, z których najważniejsze to:

- zastosowanie drobnych ścierniw mineralnych o granulacji do 0,3 mm, np. garnet;
- praca przy obniżonym ciśnieniu w celu zapewnienia jedynie niewielkiego schropowacenia powierzchni w celu usunięcia tlenków aluminium i innych zanieczyszczeń powierzchni;
- malowanie powinno nastąpić w możliwie najkrótszym czasie od zakończenia obróbki.

Obróbka strumieniowo-ścierna ma jeszcze inne ograniczenia, podstawowe to możliwość odkształcenia materiału, w przypadku stali przyjmuje się, że nie powinna być stosowana do blach cieńszych niż 3 mm. Dlatego w produkcji naczep i przyczep, szczególnie do elementów nadwozia takich jak platformy, wanny, burtę itp. stosuje się często inne metody przygotowania powierzchni. Dla stali jest to najczęściej czyszczenie ręczne i mechaniczne (papier ścierny, szczotki, szlifierki), fosforanowanie cynkowe lub żelazowe, kataforeza, a nawet najmniej zalecana metoda czyli odtłuszczenie powierzchni detergentami i/lub rozpuszczalnikami. W przypadku aluminium czyszczenie ręczne, mechaniczne oraz stosowanie gruntów reaktywnych (tzw. wytrawek). Opisane metody często stosowane są łącznie, np. odtłuszczenie i czyszczenie ręczne. Wiele metod przygotowania powierzchni do malowania podaje norma PN-EN ISO 12944-4.

Specyfikacje producentów środków transportu drogowego przywołują najczęściej dwa rodzaje przygotowania powierzchni.

- fosforanowanie żelazowe lub cynkowe
- obróbka strumieniowo-ścierna.

Z czego fosforanowanie powinno mieć przynajmniej 3 etapy:

- mycie
- fosforanowanie
- płukanie

Fosforanowanie jest używane najczęściej dla elementów z blach cienkich, które na swej powierzchni nie posiadają warstwy zgorzeliny walcowniczej powstającej w procesie walcowania na gorąco stali o większych grubościach. Fosforanowanie zazwyczaj ma grubość kilku μm i samo w sobie stanowi w jakimś stopniu zabezpieczenie antykorozyjne, które pełni funkcję ochronną w przypadku uszkodzenia powłoki malarskiej do podłoża stalowego. Warstwa fosforanu cynku (lub żelaza), oprócz inhibitora korozji, posiada również rozwiniętą powierzchnię właściwą wskutek czego pełni rolę promotora adhezji do podkładowej powłoki malarskiej systemie antykorozyjnym. Taki proces przygotowania powierzchni stosowany jest np. na zewnętrznych ścianach zbiorników paliwowych dla kontenerowych wózków widłowych.

Budowane z cienkich blach zbiorniki uległy by znacznym odkształceniom podczas przygotowania powierzchni za pomocą standardowej obróbki strumieniowo-ścierną [5]. Samo czyszczenie powinno być poprzedzone usunięciem wad powierzchni powstałych w wyniku prefabrykacji, szczególnie usunięciu takich wad jak rozbrzydki spawalnicze, nierównomierności spawów i ich wady mające wpływ na przyczepność farb i wiele innych opisanych w normie PN-EN ISO 8501-3.

2. Dobór zabezpieczeń antykorozyjnych środków transportu kołowego

2.1. Powłoki metalizacyjne

Powłoki metalizacyjne to cienka warstwa metalu takiego jak, np. cynk naniesiona na powierzchnię stali poprzez jedną z poniższych metod:

- cynkowanie ogniowe;
- cynkowanie lub kadmowanie elektrolityczne;
- szperardyzacja;
- cynkowanie natryskowe (Poprzez natryskiwanie ciepłe metalu nanosi się najczęściej cynk lub stopy cynku i aluminium tzw. ZnAl).

Pokrywanie głównych elementów konstrukcyjnych takich jak ramy podwozia lub burtę powłokami metalizacyjnymi jest bardzo rzadkie. Metoda jest bardzo skuteczna, ale praca i czasochłonna. Stosowana jest najczęściej w ograniczonym zakresie do zabezpieczeń ram pojazdów zabytkowych i pojazdów pracujących w ekstremalnie ciężkich warunkach. Najczęściej pokrycia metalizacyjne stosuje się na niewielkich elementach takich jak śruby, nakrętki, podkładki, koła pasowe, różnego rodzaju uchwyty metalowe itp.

2.2. Metody doboru ochronnych powłok malarskich

Mając ustalone założenia dotyczące ochrony, a więc środowisko eksploatacji pojazdu, przewidywany czas eksploatacji do pierwszej renowacji oraz metodę przygotowania powierzchni stali można posłużyć się „przewodnikiem” w postaci normy PN-EN ISO 12944-5:2018 „Ochronne systemy malarskie”. Jak już wspomnieliśmy ustalenie kategorii korozyjności jest w przypadku pojazdów trudne lub wręcz niemożliwe. Rozsądne wydaje się przyjęcie kategorii C5 przy krótkim okresie trwałości. Takie rozwiązanie zapewni trwałość zabezpieczanych elementów na co najmniej 7 lat, nawet w przypadku eksploatacji pojazdu wyłącznie w środowisku C5, natomiast w łagodniejszych środowiskach trwałość takiego zabezpieczenia się wydłuży:

- w C4 nawet do 15 lat;
- w C3 nawet do 25 lat.

Oczywiście warunkiem uzyskania takiej trwałości jest narzucone użytkownikowi konieczności wykonywania okresowych przeglądów powłok ponieważ żadne zabezpieczenie nie chroni przed uszkodzeniami mechanicznymi, na które pojazdy, szczególnie poruszające się po drogach gruntowych, są mocno narażone.

Niestety największym problemem wśród producentów środków transportu drogowego jest niestosowanie się do normy PN-EN ISO 12944-3 dotyczącej zasady projektowania z uwzględnieniem ochrony antykorozyjnej. Projektowane konstrukcje często mają powierzchnie, których nie można zabezpieczyć antykorozyjnie z powodu braku dostępności. Jest to jedna z największych wad jeżeli chodzi o cały proces zabezpieczenia antykorozyjnego nie rzadko też na zabezpieczonych konstrukcjach zalega woda powodując przedwczesną ich degradację.



Rys. 2 Miejsce niezgodne z PN-EN ISO 12944-3. W tym miejscu podczas pracy naczepy będzie zbierała się woda powodując przedwczesną degradację zabezpieczenia antykorozyjnego []

W oparciu o wspomnianą normę powyższe kryteria spełniają systemy ochronne zestawione w tabeli 2 na podstawie normy PN-EN ISO 12944-5:2018. W tabeli podano też systemy o wyższej od założonej trwałości żeby zorientować czytelnika jak można zapewnić ochronę powierzchni stalowych na znacznie dłuższy okres od założonego.

Tab. 2. Systemy założonej trwałości na podstawie normy PN-EN ISO 12944-5:2018.

Podkład			Nawierzchnia	Cały system	Trwałość			
Rodzaj farby	Typ podkładu	Grubość DFT μm			Całkowita ilość warstw	Grubość NDFT μm	l krótka	m średnia
EP, PUR, ESI	Różny	80 – 160	EP, PUR, AY	2	180			
EP, PUR, ESI	Różny	80 – 160	EP, PUR, AY	2 – 3	240			
EP, PUR, ESI	Różny	80 – 240	EP, PUR, AY	2 – 4	300			
EP, PUR, ESI	Zn	60 – 80	EP, PUR, AY	2	160			
EP, PUR, ESI	Zn	60 – 80	EP, PUR, AY	2 – 3	200			
EP, PUR, ESI	Zn	60 – 80	EP, PUR, AY	3 – 4	260			

Objaśnienie skrótów:

- EP – farby epoksydowe
- PUR – farby poliuretanowe
- ESI – farby etylo-krzemianowe
- AY – farby akrylowe
- Zn – farby o wysokiej zawartości pigmentu w postaci pyłu cynkowego
- DFT – grubość suchej powłoki (dry film thickness)
- NDFT – nominalna grubość suchej powłoki

3. Przykłady zabezpieczeń naczep i przyczep w oparciu o doświadczenia jednego z producentów farb

Do malowania ram przyczep i naczep stosowane są najczęściej zestawy farb [4]:

- epoksydowa\epoksydowa o łącznej grubości NDFT, w zależności od producenta, o grubości nominalnej NDFT od 120 do 180 μm
Przykład rozwiązania firmy Tikkurila Pokska S.A.:
 - Temacoat GPL-S Primer – 80 μm
 - Temacoat RM 40 – 60 μm
- epoksydowa\poliuretanowa o łącznej grubości NDFT, w zależności od producenta, o grubości nominalnej NDFT od 120 do 180 μm
Przykład rozwiązania firmy Tikkurila Pokska S.A.:
 - Temacoat GPL-S Primer – 80 μm
 - Temadur 50 – 60 μm
- epoksydowy grunt wysokocynkowy\epoksydowa o łącznej grubości NDFT, w zależności od producenta, od 120 do 160 μm
Przykład rozwiązania firmy Tikkurila Pokska S.A.:
 - Temazinc 77 – 60 μm
 - Temacoat RM 40 – 60 μm

Do malowania stalowych wanien, muld i burt stosowane są najczęściej zestawy farb:

- epoksydowa\poliuretanowa o łącznej grubości NDFT, w zależności od producenta, o grubości nominalnej NDFT od 120 do 180 μm
Przykład rozwiązania firmy Tikkurila Pokska S.A.:
 - Tikkurila Epoksyren LC – 80 μm
 - Temadur 90 – 60 μm



Rys.3. System epoksydowo-poliuretanowy (Temacoat GF Primer/Temadur 90) pozwala na pomalowanie muldy nawet na złoty kolor [opracowanie własne]

- epoksydowa\akrylowa lub zestaw farb akrylowych, w zależności od producenta, o grubości nominalnej NDFT 120 – 200 μm
Przykład rozwiązania firmy Tikkurila Pokska S.A.:
 - Tikkurila Epoksyren LC – 80 μm

- Temacryl EA 50 – 60 µm
- Zestaw poliuretanowy, w zależności od producenta, o grubości nominalnej NDFT od 120 do 180 µm
Przykład rozwiązania firmy Tikkurila Polska S.A.:
 - Temadur Primer – 80 µm
 - Temadur 90 – 60 µm

Podsumowanie

Malowanie elementów aluminiowych wiąże się z szeregiem trudności, aby zapobiec powstaniu warstwy tlenkowej, która w zdecydowany sposób osłabia przyczepność powłok malarskich. Za wyjątkiem systemu z gruntem cynkowym wszystkie wymienione powyżej systemy malarskie po odpowiednim przygotowaniu powierzchni mogą być stosowane na podłożach aluminiowych.

Malowanie środków transportu ma zapewnić nie tylko skuteczną ochronę przed korozją ale również doskonały efekt estetyczny, dlatego warto korzystać z produktów tych firm, które zapewniają:

- pomoc w doborze systemów malarskich;
- pomoc w uruchomieniu procesu malowania i jego późniejszym nadzorze;
- regularne szkolenia dla malarzy i nadzoru producenta sprzętu transportowego.

Producenci środków transportu to głównie firmy zlecające wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych wg ich specyfikacji. Wytwórcy środków transportu nie nadzorują całego procesu, jedynie weryfikują dokumentację odbiorową i dokonują odbioru końcowego elementów już zabezpieczonych. Nieprawidłowości, które mogły mieć miejsce podczas procesu produkcyjnego, takie jak malowanie w warunkach zbyt dużego zapylenia i wilgotności, niepoprawne zmieszanie żywicy z utwardzaczem, dadzą o sobie znać po kilku latach, powodując przedwczesną degradację zabezpieczenia antykorozyjnego. Najczęściej ta degradacja wystąpi już po okresie gwarancyjnym wynoszącym najczęściej 2-3 lata, maksymalnie 5 lat, a to nie pociąga już strat dla producentów środków transportu

Bibliografia:

1. Norma PN-EN ISO 12944:2018 „Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich” – części 1,2,3,4 i 5

2. Norma PN-EN ISO 8501 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Wzrokowa ocena czystości powierzchni:
Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok;
Część 3: Stopnie przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni
3. Słania J., Kuk Ł. Proces łączenia materiałów do budowy pojazdów i nadwozi w przemyśle samochodowym; Przegląd spawalnictwa, vol. 86, nr 3/2014
4. Jaczewski M., Lula P., Rogóż P. „Przemysłowe powłoki malarskie na powierzchniach metalowych” – wydawca Tikkurila Polska S.A.
5. Pawełczak I. Analiza zabezpieczeń antykorozyjnych w środkach transportu drogowego Praca magisterska, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Lublin 2018.

Prevention of the corrosion of trailers and trailers used in transport of road

The article discusses solutions for anti-corrosion protection of trailer and trailer's elements. Due to the different operating conditions, the protective coating of metal elements must be resistant to chemical substances in a dry and wet environment that stimulates corrosion processes. Corrosion resistance must also be ensured on elements subjected to locally high stresses and thermal loads that prevail during the operation of trailers in road transport. The study also defines the criteria and methods for the selection of coatings to protect surfaces exposed to corrosion.

Keywords: corrosion, anti-corrosion protection, road transport

Autorzy:

dr inż. **Leszek Gil** – Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Transportu i Informatyki, 20 -209 Lublin ul. Projektowa 4.

mgr inż. **Ireneusz Pawełczak** - Regionalny kierownik techniczno-handlowy TIKKURILA POLSKA, 39-200 Dębica ul. Mościckiego 23
mgr inż. **Michał Jaczewski** – Doradca technologiczny – starszy inspektor nadzoru FROSIO LEVEL III, Rzeczoznawca Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego