

Jerzy Kozłowski^{1*}, Martin Czysch², Jakub Kozłowski³

¹SLV-GSI Polska Sp. z o.o., Zabrze

²GSI-SLV Duisburg Duisburg, Niemcy

³Politechnika Częstochowska

Badania nieniszczące stosowane w procesie zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji stalowych

Nondestructive testing that is used during the process of corrosion protection of steel structures

ABSTRACT

The paper indicates the need to properly execution of the corrosion process of steel structures, due to its fundamental impact on their durability. Reference is also made to the requirements of EN 1090, harmonized with Regulation 305/2011, in the scope of anti-corrosive protection of steel building structures.

The process of corrosion protection of the structure should be treated as a special process. It should therefore be carried out by competent personnel, and the correct implementation of its subsequent stages should be confirmed by the results and tests provided for in the corrosion protection specification.

The paper discusses examples of non-destructive tests used at particular stages of the process.

Following is discussed:

- tests on surface preparation before application of anti-corrosion coatings;
- testing in terms of required environmental conditions;
- tests carried out during application of coatings;
- tests assessing the proper execution of coatings.

Reference was also made to the competence requirements of personnel supervising the execution and conducting tests in the corrosion protection process.

Keywords: corrosion protection; FROSIO inspector; Factory production control; anti-corrosion personnel

STRESZCZENIE

W referacie wskazano na konieczność właściwego prowadzenia procesu antykorozyjnego konstrukcji stalowych, ze względu na jego zasadniczy wpływ na ich trwałość.

Odniesiono się również do wymagań normy EN 1090, zharmonizowanej z Rozporządzeniem 305/2011, w zakresie zabezpieczenia antykorozyjnego stalowych konstrukcji budowlanych.

Proces zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji należy traktować jako proces specjalny. Powinien być zatem wykonywany przez kompetentny personel, a prawidłowe przeprowadzenie kolejnych jego etapów powinno być potwierdzane wynikami przewidzianych, w specyfikacji zabezpieczenia antykorozyjnego, badań.

W referacie omówiono przykłady badań nieniszczących stosowanych na poszczególnych etapach procesu.

Omówiono między innymi:

- badania dotyczące przygotowania powierzchni przed nakładaniem powłok antykorozyjnych;
- badania w zakresie wymaganych warunków środowiskowych;
- badania prowadzone w trakcie nakładania powłok;
- badania oceniające właściwe wykonanie powłok.

Odniesiono się również do wymagań w zakresie kompetencji personelu nadzorującego wykonanie i prowadzącego badania w procesie zabezpieczenia antykorozyjnego.

Słowa kluczowe: zabezpieczenie antykorozyjne; inspektor FROSIO; Zakładowa Kontrola Produkcji; personel antykorozyjny

1. Wstęp

Jedną z ważniejszych cech każdej konstrukcji jest jej trwałość, tzn. przydatność w określonym czasie użytkowania, bez utraty właściwości użytkowych lub jej osłabienia przy założonych w projekcie warunkach eksploatacji. Oczekiwana trwałość to jedna z zasadniczych danych wejściowych do procesu projektowania konstrukcji. Zależy ona od zastosowania konstrukcji, warunków jej eksploatacji oraz od zastosowanych środków ochrony przed korozją np. powłoki metaliczne, powłoki nieorganiczne, powłoki duplex. Ze względu na to, że nie ma bezpośredniej metody badania trwałości, ocenia się ją pośrednio, sprawdzając wymagania dotyczące zabezpieczenia antykorozyjnego powierzchni podane w specyfikacji konstrukcji z warunkami jej eksploatacji. Trwałości konstrukcji to również

jedna z właściwości użytkowych, którą wytwórca stalowych konstrukcji budowlanych zobowiązany jest zadeklarować w deklaracji właściwości użytkowych przed oznakowaniem konstrukcji znakiem CE. Obowiązek znakowania konstrukcji budowlanych znakiem CE wynika bezpośrednio z wymagań Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011. Oznakowania może dokonać tylko wytwórca, który posiada wdrożony i certyfikowany system Zakładowej Kontroli Produkcji zgodny z wymaganiami normy EN 1090-1. Wytwarzanie konstrukcji musi być zatem zgodne z wymaganiami normy EN 1090-2. W wymaganiach tych zawarte są również odniesienia do zabezpieczenia antykorozyjnego, a proces antykorozyjny postrzegany jest jako proces specjalny. Musi on zatem przebiegać w nadzorowanych warunkach, z zastosowaniem odpowiednich kontroli, a nadzór nad procesem powinien być wykonywany kompetentny i wykwalifikowany personel.

*Autor korespondencyjny. E-mail: jerzy.kozlowski@slv-polska.pl

Niniejszy artykuł odnosi się do wszystkich wspomnianych warunków, ze szczególnym uwzględnieniem badań nieniszczących stosowanych w procesie antykorozji.

2. Badania w trakcie przygotowania powierzchni przed nakładaniem powłok

2.1 Ocena stopnia skorodowania

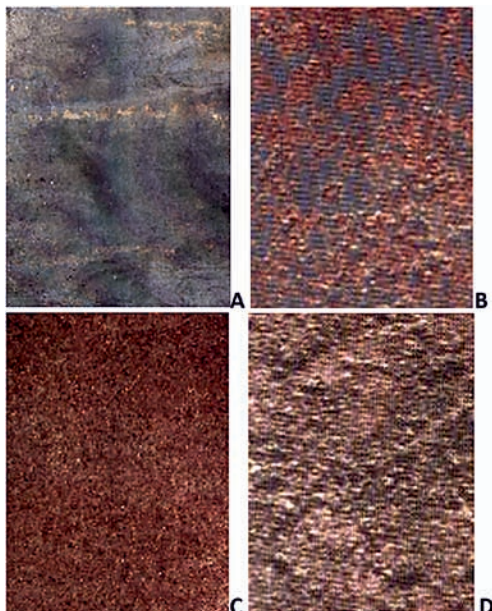
Pierwszym elementem kontroli jest ocena wizualna materiałów stalowych (blach, rur, kształtowników) pod względem stopnia skorodowania wg normy EN ISO 8501-1[1].

Opisuje ona 4 stopnie skorodowania A, B, C, D. Dla każdego z powyższych stopni przedstawia wzorce fotograficzne (rys 1.) wraz z opisem.

Stopnie skorodowania zdefiniowano również opisowo:

- stopień skorodowania A – powierzchnia stali w znacznym stopniu pokryta przylegającą zgorzeliną walcowniczą, lecz w małym stopniu, jeśli w ogóle rdzą;
- stopień skorodowania B – powierzchnia stali, która zaczęła korodować i z której zaczęła się złuszczać zgorzelina walcownicza;
- stopień skorodowania C – powierzchnia stali, na której zgorzelina walcownicza przekorodowała lub z której można ją zeskrobać, lecz z wżerami słabo widocznymi gołym okiem;
- stopień skorodowania D – powierzchnia stali, na której zgorzelina walcownicza przekorodowała i na której powszechnie występujące wżery są widoczne gołym okiem.

Oceny dokonuje się poprzez badanie wizualne, w trakcie którego porównuje się powierzchnie materiałów z wzorcami fotograficznymi i definicjami opisowymi wg normy EN ISO 8501-1 (rys 1.).



Rys. 1. Stopnie skorodowania A, B, C, D
Fig. 1. Rust grade A, B, C, D

Powierzchnie ocenia się przy dobrym rozproszonym świetle dziennym lub przy równoważnym oświetleniu sztucznym.

Jako stopień przyjmuje najgorszy stan jaki jest widoczny.

Stopień skorodowania musi odpowiadać wymaganiom zawartym w specyfikacji konstrukcji.

2.2 Ocena stopnia czystości powierzchni po obróbce

Ocenę stopnia czystości powierzchni dokonuje się po jej całkowitym przygotowaniu do nałożenia powłoki antykorozyjnej, np. po obróbce strumieniowo-ścierniej.

Oceny dokonuje się, analogicznie jak przy ocenie stopnia skorodowania, poprzez badanie wizualne i porównanie z wzorcami fotograficznymi i definicjami opisowymi zawartymi w normie EN ISO 8501-1. Norma zawiera fotografie i definicje dla stopni czystości powierzchni po: obróbce strumieniowo-ścierniej - Sa1 (lekka obróbka strumieniowo-ścierna), Sa2 (dokładna obróbka strumieniowo-ścierna), Sa2½ (bardzo dokładna obróbka strumieniowo-ścierna), Sa3 (obróbka strumieniowo-ścierna do wizualnie czystej stali); czyszczeniu powierzchni narzędziem ręcznym i narzędziem ręcznym z napędem mechanicznym – St2 (dokładne oczyszczenie), St3 (bardzo dokładne oczyszczenie); oraz czyszczeniu powierzchni płomieniem – Fl (czyszczenie płomieniem).

Jako stopień czystości przyjmuje najgorszy stan jaki jest widoczny.

2.3 Ocena stopnia przygotowania powierzchni

Ocenę stopnia przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni przeprowadza się zgodnie z wymaganiami normy EN ISO 8501-3[2].

Wady na powierzchni spoin, nieprawidłowo wykończone krawędzie, wady na powierzchni materiału stanowią zazwyczaj punkty w których rozpoczyna się rozwój korozji. Należy pamiętać, że wady te stają się widoczne zarówno przed, jak i po obróbce strumieniowo-ścierniej. Niektóre z nich ujawniają się dopiero podczas obróbki np. pęcherz gazowy umiejscowiony tuż pod powierzchnią lica spoiny, podczas obróbki strumieniowo-ścierniej może ujawnić się jako por.

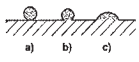
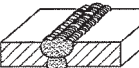
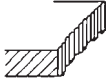
W normie EN ISO 8501-3 podano trzy stopnie przygotowania: P1, P2, P3. Stopnie te opisano w następujący sposób; P1 - lekkie przygotowanie (brak przygotowania lub jedynie minimalne przygotowanie wymagane przed nałożeniem farby), P2 - dokładne przygotowanie (wymaga naprawienia większości wad), P3 – bardzo dokładne przygotowanie (na powierzchni wymagany jest brak istotnych, widocznych wad). Norma jednocześnie zaleca uzgodnienie między zainteresowanymi stronami, istotności widocznych wad.

Badanie przeprowadza się poprzez ocenę wizualną powierzchni i porównanie zaobserwowanych wad z wymaganiami zawartymi w tabelicy 1 normy EN ISO 8501-3.

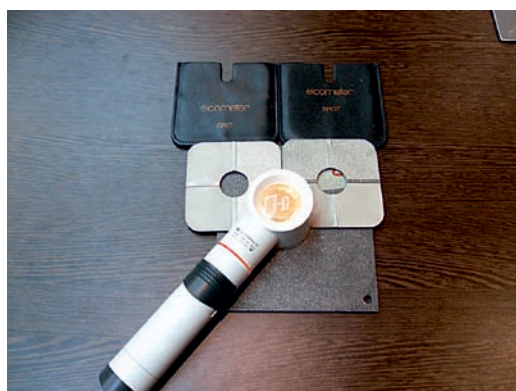
2.4 Ocena profilu powierzchni

Przyczepność powłoki malarskiej do podłoża warunkowana jest w dużej mierze uzyskaniem właściwego (wymaganego w specyfikacji zabezpieczenia antykorozyjnego lub w karcie technicznej zastosowanej farby) profilu powierzchni. W zależności od zastosowanego ścierniwa możemy uzyskać powierzchnię o profilu ostrokątnym (grit) lub okrągłym (shot). Każdy z tych profili dzieli się jeszcze na 3 podstawowe zakresy: drobnoziarnisty (fine), pośredni (medium), gruboziarnisty (coarse).

Tab. 1. Wady i stopnie przygotowania [2].
Tab. 1. Defects and preparation grades [2].

Rodzaj wady		Stopnie przygotowania		
Opis	Ilustracja	P1	P2	P3
1.1 Rozprysk spawalniczy		Na powierzchni nie powinno być żadnego luźnego rozprysku spawalniczego a	Na powierzchni nie powinno być żadnego luźnego i słabo przylegającego rozprysku (patrz a i b). Może pozostać rozprysk jak w c	Na powierzchni nie powinno być żadnego rozprysku spawalniczego
1.2 Łuska/profil spoiny		Brak przygotowania	Powierzchnię należy obrobić (np. metodą szlifowania), aby usunąć wszystkie nieregularne i ostro-krawędziowe profile	Powierzchnię całkowicie obrobić tj. wygładzić
2.3 Krawędzie cięte na gorąco		Na powierzchni nie powinno być żuźla i luźnej zgorzeliny	Żadna z części krawędzi nie powinna mieć nieregularnego profilu	Powierzchnię cięcia należy usunąć, a krawędzie zaokrąglić do promienia nie mniejszego niż 2mm

Oceny profilu dokonuje się wizualnie, za pomocą wzorców porównawczych w oparciu o normę EN ISO 8503-2[3]. W zależności od użytego ścierniwa stosuje się wzorzec G (grit) – dla ścierniwa ostrokątnego lub wzorzec S (shot) dla ścierniwa kulistego lub cylindrycznego. Ocenianą powierzchnię porównuje się z odpowiednimi segmentami wzorca z zastosowaniem lupy o powiększeniu x7. (rys 2)



Rys. 2. Ocena profile powierzchni z zastosowaniem wzorca G i S.
Fig. 2. Assessment of surface roughness with comparators G and S.

Określenie profilu powierzchni można również zrealizować za pomocą elektronicznych chropowościomierzy stykowych wg EN ISO 8503-4[4] (rys 3.) lub za pomocą taśmy replikacyjnej wg EN ISO 8503-4 (rys 4.).



Rys. 3. Przyrząd stykowy.
Fig. 3. Surface roughness tester.

Wybór metody oraz rodzaj zastosowanych przyrządów powinny być uzgodnione między zainteresowanymi stronami.



Rys. 4. Pomiar za pomocą taśmy replikacyjnej.
Fig. 4. Measurement with replica tape.

2.5 Ocena pozostałości kurzu

Powierzchnia przed nałożeniem farby powinna być oczyszczona z pozostałości kurzu. Pozostający na powierzchni kurz może powodować zmniejszenie przyczepności nakładanych powłok organicznych do powierzchni. Dopuszczalny stopień pozostałości kurzu powinien być określony w specyfikacji dla zabezpieczenia antykorozyjnego bądź w karcie technicznej farby. Badanie to przeprowadza się wg normy EN ISO 8502-3 [5] za pomocą taśmy samoprzylepnej. Odcinek bezbarwnej, przezroczystej taśmy przyklejamy na badanej powierzchni, dociskamy kciukiem lub specjalnym wálkiem obciążonym sprężyną. Po oderwaniu taśmy przyklejamy ją na płytę obrazową i porównując wzrokowo powierzchnię taśmy z wzorcami zamieszczonymi w ww. normie. Na tej podstawie oceniamy stopień ilości kurzu (od 1 do 5) oraz klasę wielkości cząstek kurzu (od 0 do 5 przy czym „0” to cząstki niewidoczne przy powiększeniu 10x, a „5” - to cząstki o średnicy ponad 2,5mm).

2.6 Ocena zanieczyszczeń jonowych

Zanieczyszczenia solami to kolejny z ważnych czynników wpływających na właściwości powłok antykorozyjnych. Jeśli nie zostaną usunięte przed nałożeniem powłoki, reakcje chemiczne i fizyczne mogą doprowadzić do tworzenia się pęcherzy, nagromadzenia rdzy i w konsekwencji osłabienia

przyczepności pomiędzy zabezpieczaną powierzchnią i naniesioną powłoką. Dla określenia poziomu zanieczyszczeń stosuje się np. badanie metodą Bresle'a, w oparciu o wymagania norm EN ISO 8502-6 [6] i -9 [7] (rys 5.).



Rys. 5. Badanie metodą Bresle'a.
Fig. 5. Bresley test method.

Na badanej powierzchni umieszczamy samoprzylepną celkę. Do jej komory wprowadzamy rozpuszczalnik (woda dejonizowana), a następnie ją odciągamy. Czynność tą powtarzamy, wg EN ISO 8502-9 dziesięć razy, po czym dokonujemy pomiaru przewodnictwa rozpuszczalnika za pomocą konduktometru. Dopuszczalny poziom pozostających zanieczyszczeń powinien być określony w specyfikacji zabezpieczenia antykorozyjnego.

3. Badania w trakcie nakładania powłok

3.1 Ocena warunków klimatycznych

Uzyskanie wymaganej trwałości ochrony powłoki antykorozyjnej jest możliwe tylko wówczas gdy m.in. zapewnimy optymalne warunki klimatyczne w trakcie wykonywania prac antykorozyjnych. Warunki te muszą odpowiadać wymaganiom podanym w kartach technicznych materiałów malarskich. Dotyczy to również czasu schnięcia i utwardzania powłoki. W przeciwnym wypadku może dojść do

zakłóceń w przyczepności między podłożem, a materiałem powłokowym. Czynniki jakie należy kontrolować to m.in. temperatura otoczenia, temperatura obiektu, wilgotność względna, temperatura punktu rosy.

Urządzenia do kontroli warunków klimatycznych to m.in. urządzenia elektroniczne (rys 6.) i mechaniczne (rys 7.) pozwalające na pomiar wszystkich wymienionych wyżej czynników oraz psychrometry pozwalające na wyznaczenie temperatury punktu rosy (rys 8.).



Rys. 6. Urządzenia do kontroli warunków klimatycznych elektroniczne.
Fig. 6. Electronical climate control device.



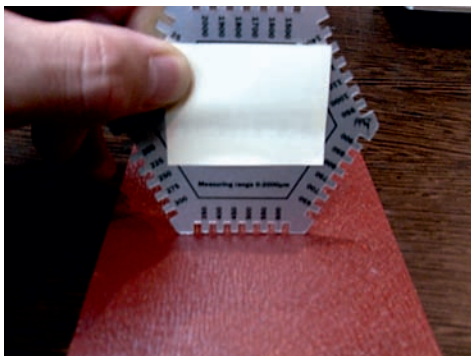
Rys. 7. Urządzenia do kontroli warunków klimatycznych mechaniczne.
Fig. 7. Mechanical climate control device.



Rys. 8. Psychrometr aspiracyjny oraz psychrometr wirnikowy.
Fig. 8. Aspirational psychrometer and rotary psychrometer.

3.2 Pomiar grubości na mokro

W celu zapewnienia właściwej grubości wykonanej powłoki podczas malowania należy okresowo dokonywać pomiarów grubości warstwy mokrej. Pomiarów dokonuje się z wykorzystaniem przyrządów grzebieniowych (rys 9.), przyrządów krążkowych (rys 11.) lub przyrządów tarczowych. Ponadto wymalowaną powłokę należy ocenić wizualnie pod kątem wystąpienia defektów, marszczenia się, kraterów, pęcherzy, zacieków itp. Stwierdzone niezgodności należy bezwzględnie usunąć przez nałożeniem kolejnej warstwy farby.



Rys. 9. Przyrząd grzebieniowy.
Fig. 9. Notch gage.



Rys. 10. Przyrząd krążkowy.
Fig. 10. Wet film gage.

4. Badania po nałożeniu powłoki

Ocena nałożonego systemu powłokowego prowadzona jest w celu potwierdzenia wykonania powłoki zgodnie z wymaganiami zawartymi w specyfikacji. Kontrola ta najczęściej oparta jest o ocenę wyglądu powłoki i pomiar grubości. Jeśli przewiduje to specyfikacja stosuje się również inne badania nieniszczące, takie jak np. badanie nieciągłości powłoki.

4.1 Ocena wyglądu powłoki

Ocena wyglądu prowadzona jest poprzez badanie wizualne, okiem nieuzbrojonym w świetle rozproszonym, najlepiej dziennym. Brak jest obligatoryjnych wymagań np. w stosunku do wymaganego natężenia oświetlenia. Istnieją co prawda zapisy w normie PN-EN ISO 13076 [8] „światło dzienne powinno mieć natężenie min 2000 lx, przy czym należy unikać obserwacji w bezpośrednim świetle słonecznym. W przypadku zastosowania światła sztucznego, jego natężenie nie powinno być mniejsze niż 750 lx”, jednak zapis ten może być obowiązującym dla danego kontraktu jeśli powyższa norma

zostanie przywołana w specyfikacji wyrobu.

Podczas obserwacji należy ocenić m.in. równomierność i ciągłość powłoki oraz barwę i połysk. Ocenę barwy dokonuje się poprzez porównanie powłoki z wzorcami kolorów (rys 11.) lub poprzez pomiar przy pomocy spektrofotometru (rys 12.) natomiast połysk mierzony jest przy pomocy polyskomierzy (rys 13.). Poprzez badania wizualne ocena się powierzchnię pod kątem obecności wad takich jak: spękania, zmarszczenia, zacieki, pęcherze, rybie oczka, krater, skórka pomarańczowa, niedomalowania, suchy natrysk, itp.



Rys. 11. Wzornik kolorów RAL.
Fig. 11. RAL sample card.



Rys. 12. Spektrofotometr.
Fig. 12. Spectrometer.



Rys. 13. Polyskomierz.
Fig. 13. Gloss meter.

4.2 Pomiar grubości powłoki suchej

Grubość to jeden z podstawowych parametrów nałożonej powłoki. Zakres grubości powinien być zgodny z założeniami zawartymi w specyfikacji. Pomiar, w zależności od

podłoża, na którym nałożona jest powłoka, wykonuje się zgodnie z zaleceniami opisanymi w normach PN-EN ISO 2808[9], PN-EN ISO 19840[10]. Pomiarów można dokonać różnymi metodami, np. przyrządami wykorzystującymi magnetyczną siłę przyciągania (rys 14.), przyrządami wykorzystującymi indukcję magnetyczną lub prądy wirowe (rys 15.). W przypadku pomiaru grubości na powierzchniach chropowatych należy w wynikach pomiarów uwzględnić wartości korygujące wg normy PN-EN ISO 19840.



Rys. 14. Przyrząd magnetyczny.
Fig. 14. Magnetic gauge.



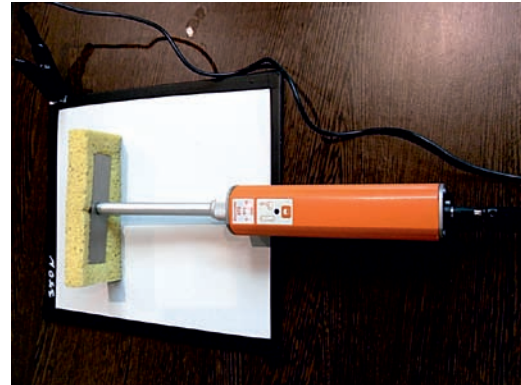
Rys. 15. Grubościomierz elektroniczny.
Fig. 15. Electronical gauge.

4.3 Badanie porowatości (nieciągłości) powłoki suchej

Nieciągłości mogące wystąpić w nałożonej powłoce to m.in. wgłębienia, pinhole, skazy, ubytki, pęknięcia, zbyt cienka powłoka, wtrącenie lub zanieczyszczenie w powłoce, znacznie zmniejszające odporność powłoki na przebicie. Ich występowanie w systemach powłokowych na przewodzących powierzchniach metalowych określa się za pomocą metody o niskim napięciu, za pomocą gąbki lub za pomocą wysokiego napięcia z wyładowaniem iskrowym. Badanie wykonuje się w oparciu o normę PN-EN ISO 29601[11].

Mierniki niskiego napięcia (rys 16.) wykorzystują wilgoć do wykrywania przepływu prądu elektrycznego w miejscach wady w powłoce natomiast mierniki wysokonapięciowe (rys 17.) wytwarzają iskrę w miejscu, gdzie występuje niższa wytrzymałość dielektryczną niż w prawidłowo nałożonej powłoce. Urządzenie jest połączone z metalowym podłożem za pomocą kabla, który zwraca sygnał, a napięcie prądu stałego jest przykładane do sondy. Jeśli zostanie wykryta

przerwa, zostanie wyzwolony sygnał alarmowy. Napięcie testowe określa się w zależności od grubości nałożonej, nieprzewodzącej powłoki.



Rys. 16. Miernik niskonapięciowy (poroskop).
Fig. 16. Low voltage holiday tester.



Rys. 17. Miernik wysokonapięciowy (poroskop).
Fig. 17. High voltage holiday tester.

5. Personel antykorozji

Jak wspomniano na wstępie, zabezpieczenia antykorozyjne to jeden z elementów zapewniających konstrukcji wymaganą trwałość. Właściwe wykonanie prac antykorozyjnych możliwe jest tylko wówczas gdy wykonywane i nadzorowane jest ono przez kompetentny personel. Wiedza personelu powinna obejmować między innymi: przygotowanie powierzchni do nałożenia powłok; rodzaje materiałów powłokowych oraz wymagania dla ich zastosowania, przechowywanie i przygotowania materiałów powłokowych do użycia; warunki środowiskowe dla nakładania powłok; kontrolę procesu; kontrolę i badania wykonanych powłok; wady występujące w powłokach i ich przyczyny; prowadzenie dokumentacji związanej z dokumentowaniem warunków i przebiegu procesu jak również kontrolę i badania wykonanych powłok. Niestety w zakresie wymagań dla kompetencji personelu antykorozji nie ma jednoznacznych, obligatoryjnych wymagań np. jak to jest w przypadku personelu wykonującego badania nieniszczące złączy spawanych. Poza ogólnymi stwierdzeniami w normach EN ISO 12944-7 [12] „Prace wymagające szczególnej staranności powinny być wykonywane jedynie przez personel mający kwalifikacje potwierdzone przez upoważnioną instytucję, pod warunkiem, że strony nie uzgodniły inaczej, oraz EN 1090-2[13] „System FPC powinien opisywać środki aby personel zaangażowany

w działania mające wpływ na ocenę zgodności elementów miał odpowiednie kwalifikacje i był szkolny w zakresie klasy wykonania egzekwowanej przez producenta” brak jest szczegółowych uregulowań. Wyjątkiem są nieliczne dokumenty (M501 [14], ZTV-ING [15], VGB [16]), dedykowane dla określonych rodzajów konstrukcji. Ze względu na kwalifikację procesu antykorozji, jako procesu specjalnego, niezmiernie ważnym jest, by w specyfikacjach dla zabezpieczenia antykorozyjnego wyrobu strony kontraktu określały również minimalne kwalifikacje i kompetencje personelu antykorozji, w tym personelu prowadzącego badania na poszczególnych etapach procesu. Wykonawcy powinni również zwrócić szczególną uwagę na szkolenie personelu antykorozji. Niestety w wielu przypadkach szkolenie pozostaje na poziomie krótkich szkoleń, które często poza wystawionym świadectwem, dają tylko złudzenie pełnego zapoznania się z procesem. Zagadnienia dotyczące personelu antykorozji szerzej zostały opisane w:

- Wybrane zagadnienia z zakresu antykorozji stalowych konstrukcji spawanych na podstawie niemieckich przepisów ZTV-ING i VGB/BAW [17],
- Powrót do podstaw - Specyfikacja konstrukcji stalowych wg EN 1090 [18],
- Wymagane kompetencje i formy kształcenia personelu antykorozji w Polsce i Niemczech – podobieństwa i różnice” [19].

Szczególnie w przypadku kontraktów wykonywanych dla klientów zagranicznych należy mieć na uwadze, by personel antykorozji posiadał certyfikaty uznawane na rynku międzynarodowym np. FROSIO lub NACE. Należy podkreślić, że kursy inspektorów antykorozji FROSIO od ponad 2 lat prowadzone są w Polsce w języku polskim.

6. Wnioski

Trwałość konstrukcji, a co za tym idzie, jej zabezpieczenie antykorozyjne, to jedna z właściwości użytkowych, którą wytwórca stalowych i aluminiowych konstrukcji budowlanych musi zadeklarować w deklaracji właściwości użytkowych, by spełnić wymagania Rozporządzenia 305/2011 oraz normy EN 1090.

Niezmiernie ważnym jest właściwe opracowanie specyfikacji dla zabezpieczenia antykorozyjnego. Powinna ona zawierać wszystkie niezbędne informacje dla prawidłowego wykonania i oceny zabezpieczenia. Dla uniknięcia nieporozumień należy w niej określić również zakres wymaganych badań, zastosowany sprzęt do badań, kryteria akceptacji wyników, kwalifikacje i kompetencje personelu.

Specyfikacja powinna być opracowana i uzgodniona między zainteresowanymi stronami przed rozpoczęciem prac.

Przedstawione w artykule badania, to tylko przykłady badań nieniszczących jakie są możliwe do zastosowania w procesie antykorozji. Dokonanie najbardziej racjonalnego wyboru metod związane jest z posiadaniem wiedzy i doświadczenia przez osoby opracowujące specyfikacje dla zabezpieczenia antykorozyjnego oraz osoby wykonujące i nadzorujące proces oraz prowadzące wyspecyfikowane badania i kontrole.

Możliwość uzyskania certyfikatu inspektora antykorozji FROSIO, na kursach prowadzonych w języku polskim znacznie rozszerzyło i ułatwiło zdobycie, uznawanych na całym świecie, kwalifikacji w zakresie antykorozji.

7. Literatura/References

- [1] EN ISO 8501-1- Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów -- Wzrokowa ocena czystości powierzchni -- Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoża stalowych oraz podłoża stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok
- [2] EN ISO 8501-3 - Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów Wzrokowa ocena czystości powierzchni Część 3: Stopnie przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni
- [3] EN ISO 8503-2 - Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoża stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Metoda stopniowania profilu powierzchni stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Sposób postępowania z użyciem wzorca
- [4] EN ISO 8503-4 - Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoża stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Metoda kalibrowania wzorców ISO profilu powierzchni do określania profilu powierzchni. Sposób postępowania z użyciem przyrządu stykowego.
- [5] EN ISO 8502-3 - Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów Badania służące do oceny czystości powierzchni Część 3: Ocena pozostałości kurzu na powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda taśmy samoprzylepnej)
- [6] EN ISO 8502-6 - Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów Badania służące do oceny czystości powierzchni Część 6: Ekstrakcja rozpuszczalnych zanieczyszczeń do analizy Metoda Bresle’a
- [7] EN ISO 8502-9 - Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów Badania służące do oceny czystości powierzchni Część 9: Terenowa metoda konduktometrycznego oznaczania soli rozpuszczalnych w wodzie
- [8] PN-EN ISO 13076 - Farby i lakiery -- Oświetlenie i sposób przeprowadzenia ocen wizualnych
- [9] PN-EN ISO 2808 - Farby i lakiery. Oznaczanie grubości powłoki
- [10] PN-EN ISO 19840 - Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Pomiar i kryteria przyjęcia grubości suchych powłok na chropowatych powierzchniach
- [11] PN-EN ISO 29601- Farby i lakiery - Ochrona przed korozją za pomocą ochronnych systemów malarskich - Ocena porowatości suchych powłok
- [12] PN-EN ISO 12944-7 - Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich
- [13] EN 1090 - Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych
- [14] M501 – Norsok Standard M-501 Przygotowanie powierzchni i powłoka ochronna
- [15] ZTV-ING:2012 Dodatkowe warunki techniczne umów i wycieczne dla konstrukcji inżynierskich.
- [16] VGB/BAW - Standard ochrony antykorozyjnej morskich turbin wiatrowych i komponentów farm wiatrowych.
- [17] M. Czysch, J. Kozłowski, J. Kozłowski, „Wybrane zagadnienia z zakresu antykorozji stalowych konstrukcji spawanych na podstawie niemieckich przepisów ZTV-ING i VGB/BAW” Przegląd Spawalnictwa, Vol.89, nr 5, str. 71-74, 2017.
- [18] J. Kozłowski, J. Kozłowski, „Powrót do podstaw - Specyfikacja konstrukcji stalowych wg EN 1090” Przegląd Spawalnictwa, Vol. 90, nr 5, str. 14-17, 2018.
- [19] M. Czysch, J. Kozłowski „Wymagane kompetencje i formy kształcenia personelu antykorozji w Polsce i Niemczech – podobieństwa i różnice” materiały konferencyjne XI Konferencja Naukowo-Techniczna PSK 10-12.05.2017