

Korozja i zabezpieczanie konstrukcji stalowych

Część II – Zabezpieczanie przeciwkorozyjne

Dr inż. Teresa Możaryn, dr inż. Michał Wójtowicz, mgr inż. Adrian Strąk, Instytut Techniki Budowlanej

1. Wprowadzenie

Zgodnie z PN-EN 1990 [1] i PN-EN 1993-1-1 [2] zależnie od okresu użytkowania i rodzaju oddziaływań wpływających na trwałość, w projektowaniu konstrukcji stalowych powinny zostać uwzględnione zagadnienia ochrony przed korozją obejmujące:

- właściwości materiałowe stali i stalowych wyrobów budowlanych,
- zabezpieczenie powierzchni,
- stosowanie stali trudno rdzewiejących oraz stali odpornych na korozję,
- stosowanie rozwiązań konstrukcyjnych zapobiegających korozji,
- warunki wykonawstwa oraz kontroli i utrzymania podczas projektowego okresu użytkowania.

Dane do projektowania z uwzględnieniem trwałości powinny być przyjmowane według odpowiednich europejskich norm (EN), wytycznych (ETAG) i aprobat technicznych (ETA) oraz dokumentów krajowych (ZUAT, UA, AT). Stosowanie się do powyższych zasad umożliwia zaprojektowanie obiektu budowlanego zdolnego pełnić wymaganą funkcję, bez poważnych, nieprzewidzianych napraw, przez projektowy czas działania określonych czynników podczas użytkowania.

2. Stale konstrukcyjne stosowane w budownictwie

Podstawowe właściwości stali, istotnie wpływające na trwałość konstrukcji, to:

- właściwości fizyczne: wytrzymałość, sztywność, ciągliwość, odporność na kruche pękanie,
- technologiczne: spawalność, zdolność do kształtowania,
- użytkowe: odporność na korozję, wrażliwość na starzenie, zdolność do cynkowania ogniowego.

O właściwościach stali decydują: skład chemiczny, struktura wewnętrzna, obróbka cieplna, obróbka plastyczna. Poprawę jakości stali uzyskuje się podczas obórki pozapiecawej oraz dzięki ciągłemu odlewaniu czy też regulowanemu walcowaniu.

W budownictwie stale są stosowane, w różnych warunkach użytkowania, jako:

- a) kształtowniki i wyroby płaskie walcowane na gorąco – objęte normą PN-EN 10025 [3], przeznaczone do:

- konstrukcji spawanych, nitowanych i łączonych śrubami,
- obciążonych elementów konstrukcji spawanych użytkowanych w temperaturze otoczenia i w niskich temperaturach,
- elementów spawanych, łączonych śrubami i nitowanych, które powinny wykazywać zwiększoną odporność na korozję atmosferyczną – użytkowanych w temperaturze otoczenia,
- zastosowań wyrobów ze stali o podwyższonej granicy plastyczności,

b) kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych – objęte normą PN-EN 10210-1 [4],

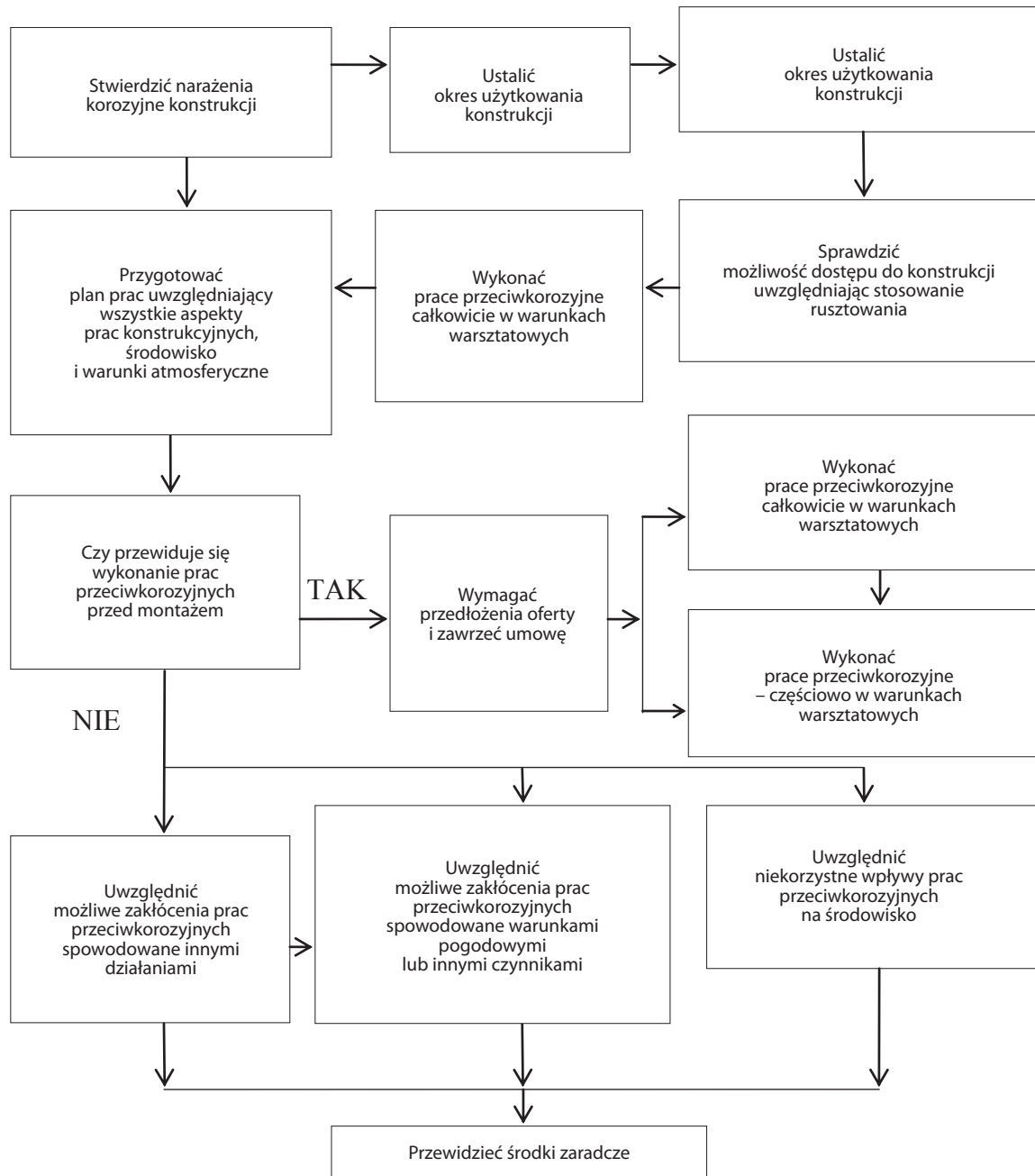
c) kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych – objęte normą PN-EN 10219-1 [5].

3. Metody zabezpieczeń konstrukcji stalowych

Konstrukcje i budowlane wyroby ze stali węglowych wymagają zabezpieczeń przeciwkorozyjnych. Wynika to z konieczności ochrony przed ubytkami wywołanymi korozją, jak i ze względów estetycznych. Na rysunku 1 przedstawiono algorytm planowania zabezpieczeń na etapie projektowania.

Najbardziej popularnym sposobem zabezpieczenia jest malowanie systemami farb podkładowych i nawierzchniowych. Ochronne systemy malarskie wymagają okresowych przeglądów i wykonywania renowacji, napraw, usuwania i wymiany uszkodzonych powłok.

Wyroby z blach zabezpieczane są głównie przez metalizację zanurzeniową (metoda Sendzimira). Szeroko stosowane są blachy zabezpieczone powłokami wykonywanymi metodą ciągłą (*coil coating*). Do konstrukcji stalowych, których trwałość jest ważnym elementem użytkowania, stosuje się metalizację (zanurzeniową, natryskową, elektrolityczną). Metalizacja zanurzeniowa (zanurzenie elementu konstrukcyjnego w roztopionym metalu), nazywana także metalizacją ogniową, w sposób skuteczny zabezpiecza konstrukcje i nie są konieczne dodatkowe zabezpieczenia. Metalizacja natryskowa (natrysk roztopionego metalu) jest mniej skutecznym sposobem zabezpieczenia, gdyż powłoki utworzone tą metodą są dość porowate. Wymagane jest ich uszczelnianie wyrobami malarskimi. Powłoki



Rys. 1. Algorytm planowania prac przeciwkorozyjnych na etapie projektowania [23]

elektrolityczne wykonywane są głównie na drobnych elementach, takich jak śruby, łączniki, drobna galanteria do robót wykończeniowych.

4. Powłoki cynkowe na stalowych elementach konstrukcyjnych

Uwzględniając wymagania dotyczące projektowania i trwałości, określa się następujące klasy trwałości dla powłok cynkowych [6]:

- bardzo niska (VL) – od 0 do 2 lat,
- niska (L) – od 2 do 5 lat,
- średnia (M) – od 5 do 10 lat,

- wysoka (H) – od 10 do 20 lat,
- bardzo wysoka (VH) – powyżej 20 lat.

Dobór rodzaju cynkowania i grubości powłoki cynkowej zależy od korozyjności środowiska. W tabeli 1 przedstawiono przewidywaną trwałość zabezpieczeń, określoną w latach.

5. Ocynkowanie metodą zanurzeniową (ocynkowanie ogniowe)

Najbardziej skuteczną metodą zabezpieczeń konstrukcji jest cynkowanie metodą zanurzeniową. Cynkowanie

Tabela 1. Trwałość (czas eksploatacji) do pierwszej konserwacji wybranych powłok cynkowych

System	Norma odniesienia	Min. grubość, μm	Kategoria korozyjności wg PN-ISO 9223 czas min/max (lata) i okres trwałości (VL, L, M, H, VH)							
			C3		C4		C5		CX	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
O cynkowanie ogniowe	PN-EN ISO 1461 [6]	85	40/>100	VH	20/40	VH	10/20	H	3/10	M
		140	67/>100	VH	33/67	VH	17/33	VH	6/17	H
		200	95/>100	VH	48/95	VH	24/48	VH	8/24	H
O cynkowanie ogniowe blach	PN-EN 10346 [7]	20	10/29	H	5/10	M	2/5	L	1/2	VL
		42	20/60	VH	10/20	H	5/10	NI	2/5	L
O cynkowanie ogniowe rur	PN-EN 10240 [8]	55	26/79	VH	13/26	H	7/13	H	2/7	L
Szeradyzowanie	PN-EN 13811 [9]	15	7/21	H	4/7	M	2/4	L	1/2	VL
		30	14/43	VH	7/14	H	4/7	NI	2/4	VL
		45	21/65	VH	11/25	H	6/11	M	3/6	L
O cynkowanie elektro-lityczne	PN-EN ISO 2081 [10]	5	2/7	L	1/2	VL	1/1	VL	0/1	VL
		25	12/36	H	6/12	M	3/6	M	1/3	VL

Tabela 2. Minimalne grubości powłok i ich masa na elementach konstrukcji [6]

Wyrób i jego grubość	Grubość miejscowa powłoki (wartość minimalna) μm	Miejscowa masa powłoki (wartość minimalna) g/m^2	Grubość średnia powłoki (wartość minimalna) μm	Średnia masa powłoki (wartość minimalna) g/m^2
Stal > 6 mm	70	505	85	610
Stal > 3 mm do \leq 6 mm	55	395	70	505
Stal \geq 1,5 mm do \leq 3 mm	45	325	55	395
Stal < 1,5 mm	35	250	45	325
Żeliwo \geq 6 mm	70	505	80	575
Żeliwo < 6 mm	60	430	70	505

Tabela 3. Zalecane minimalne grubości dla różnych warunków stosowania [13]

Środowisko	Klasyfikacja środowiska wg PN-EN ISO 9223 [15]	Metal			
		Cynk		Aluminium	
		niemalowany	malowany	niemalowane	malowane
1	2	3	4	5	6
Woda słona	Im2	niezalecane	100	200	150
Woda słodka	Im3	200	100	200	150
Środowisko wielkomiejskie	C2 i C3	100	50	150	100
Środowisko przemysłowe	C4 i C5-I	niezalecane	100	200	100
Atmosfera morska	C5-M	150	100	200	100
Sucha atmosfera domowa	C1	50	50	100	100

zanurzeniowe (ogniowe) jest to wykonanie powłoki z cynku lub stopów żelaza z cynkiem na wyrobach ze stali i żeliwa przez zanurzenie odpowiednio przygotowanej konstrukcji w ciekłym cynku [11, 12].

Elementem decydującym o skuteczności ochronnej powłoki jest jej grubość. W tabeli 2 przedstawiono minimalne grubości powłok cynkowych wg PN-EN ISO 1461 [6]. Projektanci konstrukcji mogą zamawiać w cynkowniach zabezpieczenie cynkiem o większej grubości niż

przedstawiono w tabeli. Skutecznie chronione konstrukcje mają powłoki o grubości powyżej 100 μm . Grubość powłoki określa się w mikrometrach lub masie powłoki na powierzchni 1 m^2 (g/m^2).

6. Natryskiwanie cieplne

Natryskiwanie cieplne stosuje się jako jeden ze sposobów metalizacji powierzchni materiałem powłokowym i cynkiem,

stopów cynku, aluminium i stopów aluminium. Stosuje się je również jako sposób naprawy uszkodzonych w czasie transportu i montażu powłok nakładanych metodą zanurzeniową. Natryskiwanie wykonuje się na powierzchniach oczyszczonych i w warunkach braku możliwości kondensacji pary wodnej. Powłoki należy uszczelnić dla zmniejszenia ich wewnętrznej porowatości. Uszczelnianie używa się w wyniku obróbki chemicznej (fosforanowanie, malowanie reaktywne itp.) albo przez nałożenie odpowiedniego zestawu uszczelniaczy. Jednym ze sposobów zabezpieczenia jest również malowanie uszczelnionej powłoki. W tabeli 3 przedstawiono zalecane grubości powłok metalowych wg PN-EN ISO 2063 [13].

W PN-H-04684 [14] zamieszczona została tablica zawierająca minimalne grubości powłok metalizacyjno-malarskich w zależności od warunków eksploatacji. Podano w niej również trwałość powłoki w latach. Uwzględniono przedziały trwałości: 5 – 10 lat, 10 – 20 lat, 20 – 40 lat i powyżej 40 lat.

7. Zabezpieczanie stali powłokami malarskimi i rodzaje stosowanych farb

Podstawowe wymagania dotyczące stosowania tego typu zabezpieczeń zawarte są w serii norm PN-EN ISO 12944 [16–20] oraz w instrukcji ITB nr 40/2010 [23].

Normy charakteryzują trwałość ochronnych systemów malarskich w trzech okresach:

- krótki (L) – od 2 do 5 lat,
- średni (M) – od 5 do 15 lat,
- długi (H) – powyżej 15 lat.

Okres trwałości nie jest „okresem gwarancyjnym”. Trwałość jest kategorią techniczną, pomagającą inwestorowi ustalić plan renowacji. Okres gwarancji jest kategorią prawną i stanowi przedmiot prawny klauzul umowy. Okres gwarancji jest zwykle krótszy niż okres trwałości. Brak jest reguł, które wiążą ze sobą te dwa okresy.

W normach przedstawiono wymagania dotyczące zabezpieczenia powłokami/(systemami) malarskimi następujących powierzchni stali:

- powierzchni niemalowanych,
- powierzchni natryskiwanych cynkiem, aluminium lub ich stopami;
- powierzchni ocynkowanych zanurzeniowo;
- powierzchni ocynkowanych elektrolitycznie;
- powierzchni szaradzowanych;
- powierzchni wymalowanych farbą do gruntowania do czasowej ochrony;
- innych wymalowanych powierzchni.

Środowiska eksploatacji konstrukcji zabezpieczonych systemami malarskimi określono analogicznie jak w PN-EN ISO 9223 [15]. Dodatkowo określono trzy kategorie korozyjności dla konstrukcji zanurzonych w wodzie lub eksploatowanych w gruncie:

- Im1 – zanurzenie w wodzie słodkiej,
- Im2 – zanurzenie w wodzie morskiej lub lekko zasolonej,

- Im3 – eksploatacja w gruncie.

Do ochrony konstrukcji stalowych przed korozją stosowane są powszechnie, w systemach malarskich, różne rodzaje farb. Na ich właściwości przeciwkorozyjne decydujący wpływ mają zastosowane substancje. W systemach przeciwkorozyjnych możliwe są liczne modyfikacje lub kombinacje farb. Ponadto postęp technologiczny przyczynia się do modyfikacji wyrobów istniejących jak również do wytwarzania nowych rodzajów farb, często o właściwościach przewyższających powszechnie stosowane wyroby. Nowe rodzaje farb wprowadzane są do stosowania po potwierdzeniu w procesie badawczym ich właściwości techniczno-użytkowych pozwalających na wykonywanie zabezpieczeń w określonych warunkach eksploatacji. Poniżej wymieniono farby najczęściej stosowane do ochrony przeciwkorozyjnej konstrukcji stalowych:

- farby schnące oksydacyjnie, alkidowe, alkiłowe modyfikowane, epoksyestrowe, tworzące powłokę w reakcji z tlenem z powietrza, przy czym reakcja sieciowania przebiega stosunkowo szybko po nałożeniu powłoki i zachodzi (wolniej) przez cały okres eksploatacji, co wpływa na stopniowe pogarszanie właściwości ochronnych;
- farby schnące fizycznie: chlorokauczukowe, poliwinylowe, akrylowe termoplastyczne, bitumiczne tworzą powłokę w wyniku odparowywania rozpuszczalnika, charakteryzują się dobrą odpornością na warunki atmosferyczne, środowisko wilgotne, roztwory o odczynie kwaśnym i alkalicznym;
- farby schnące (utwardzane) chemicznie dwuskładnikowe: epoksydowe, poliuretanowe, polimocznikowe utwardzane są w reakcji z drugim składnikiem, powłoka utwardza się w wyniku odparowania rozpuszczalników, jeżeli są obecne, a następnie w wyniku reakcji chemicznej składnika podstawowego z utwardzaczem – charakteryzują się bardzo dobrą odpornością na wodę, wilgoć, media chemiczne;
- farby utwardzane chemicznie w wyniku reakcji z wilgocią z powietrza: jednoskładnikowe poliuretanowe i etylokrzemianowe.

8. Malowanie konstrukcji stalowych

Projektując zabezpieczenie określonej konstrukcji stalowej, należy uwzględnić wymienione poniżej parametry wpływające na trwałość zabezpieczenia, a w konsekwencji na koszty wynikające z późniejszych napraw:

- rodzaj systemu malarskiego;
- kształt konstrukcji;
- stan podłoża przed przygotowaniem;
- wymagane przygotowanie powierzchni;
- jakość wykonania prac malarskich;
- warunki podczas wykonania prac malarskich;
- warunki eksploatacji po wykonaniu prac malarskich.

Dobór określonego systemu przedstawiono w PN-EN

Tabela 4. Zgodność farby do gruntowania do czasowej ochrony z systemami malarskimi

Farba do gruntowania do czasowej ochrony		Zgodność ogólnych rodzajów farb do gruntowania do czasowej ochrony z farbami do gruntowania systemu malarskiego							
Rodzaj substancji błonotwórczej	Pigment antykorozyjny	Alkidowe/AK	Chlorokauczukowe/CR	Poliwinylo- we/PVC	Akrylowe/AY	Epoksydowe/ EP	Poliuretano- we/PUR	Krzemiano- nowe/pył cynkowy	Bitumiczne/ BIT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkidowe	Różne	+	(+)	(+)	(+)	-	-	-	+
Poliwinylo-butyl- ralowe	Różne	+	+	+	+	(+)	(+)	-	+
Epoksydowe	Różne	(+)	+	+	+	+	(+)	-	+
Epoksydowe	Pył cynkowy	-	+	+	+	+	(+)	-	+

„+” Zgodna, „(+)” Zgodność należy skonsultować z producentem farby, „-” Niezgodna

Tabela 5. Wybrane przykładowo systemy malarskie dla kategorii korozyjności C3, C4 (stopień przygotowania powierzchni Sa 21/2)

Powłoka gruntowa		Powłoka nawierzchniowa łącznie z międzywarstwową		Grubość nominalna systemu mm	Oczekiwana trwałość					
Substancja błonotwórcza	Liczba warstw	Substancja błonotwórcza	Liczba warstw		C 3			C 4		
					L	M	H	L	M	H
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ESI	1	-	-	80						
AK	2	AK	1	120						
AK	2	AK	1-2	160						
AK	1-2	AK	2-3	200						
AK	1-2	AK	2-3	200						
EP	1	AY	1	200						
AK, AY, CR	1-2	AY	1-2	160						
AK, AY, CR	1-2	CR	2-3	200						
ESI	1	PVC	2-3	240						
AK, AY, CR	1-2	BIT	2	240						
AK, AY, CR	1-2	BIT	2-3	280						
EP	1-2	EP	1-2	160						
ESI	1	EP, PUR	1-2	160						
ESI	1	EP, PUR	2-3	200						
EP, PUR	1	EP, PUR	2-3	240						
EP, PUR	1	EP, PUR	2-3	280						
EP	1-2	EP, PUR	3-4	320						
ESI	1	EP, PUR	3-4	320						

ISO 12944-3 [17] tablicach w PN-EN ISO 12944-5 [18]. Tablice odnoszą się do kategorii korozyjności środowisk od C2 do C5 oraz od Im1 do Im3. Podane systemy malarskie są jedynie przykładami. Możliwe jest zastosowanie innych systemów, wykazujących te same lub lepsze właściwości niż systemy przykładowe. Odnosząc się do przykładów z normy, powinno się zapewnić, aby wybrane systemy malarskie charakteryzowały się podaną trwałością, jeżeli prace malarskie wykonane są według dokumentacji z zapewnieniem wymaganych warunków nakładania.

Przy doborze systemu malarskiego określa się następujące parametry:

- oczekiwaną trwałość,
- stopień i sposób przygotowania powierzchni,
- substancje błonotwórcze (powłoki gruntowej i nawierzchniowej),
- rodzaj farby do gruntowania,
- liczbę nakładanych powłok,
- nominalną grubość powłoki gruntowej i nawierzchniowej,
- liczbę powłok w systemie zabezpieczającym,
- całkowitą nominalną grubość systemu zabezpieczającego.

Istotne jest zapewnienie zgodności produktów w systemie malarskim, określane jako zdolność dwóch lub więcej produktów do zastosowania w systemie malarskim

bez wystąpienia niepożądanych efektów (np. pęczenia, braku przyczepności, rozpuszczania wcześniej nałożonych warstw). W tabeli 4 przedstawiono przykładowe zalecenia dotyczące zgodności różnych farb. Projekt powinien również określać miejsca usytuowania powierzchni referencyjnych, wykonanych równocześnie z zabezpieczeniem całej konstrukcji. Powierzchnie referencyjne są to miejsca wyznaczone w odpowiednich częściach konstrukcji służące do ustalenia minimalnego, możliwego do przyjęcia poziomu wykonania prac, sprawdzenia, czy podane przez producenta lub wykonawcę dane są prawidłowe oraz umożliwienia oceny właściwości powłoki w dowolnym czasie po zakończeniu prac. Powierzchnie referencyjne stanowią wzorzec, na którego podstawie ocenia się późniejsze przygotowanie powierzchni, a także prace malarskie. Stanowią one również podstawę decyzji, czy wytypowany ochronny system malarski wykazuje właściwości takie, jak założono. Liczbę powierzchni referencyjnych określono w PN-EN ISO 12944-7 [20].

Podstawą doboru systemu zabezpieczającego w zależności od kategorii korozyjności i przewidywanej trwałości powinny być wyniki badań próbek poddanych sztuczemu starzeniu. Metody wykonania badań i kryteria oceny przedstawiono w PN-EN ISO 12944-6 [19]. Każdy producent wyrobów powinien dysponować kompletem badań, aby projektant mógł w oparciu o te dane dokonać optymalnego doboru rodzaju wyrobów, sposobu przygotowania powierzchni, grubości systemu itp. Podstawą doboru systemu powinny być wyniki badań. Zabezpieczenia można dobrać również zgodnie z przykładowo wybranymi systemami malarskimi zamieszczonymi w normie PN-EN ISO 12944-5 [18]. W szczegółowych tablicach zestawiono przykłady wyrobów zabezpieczających, w zależności od kategorii korozyjności, stopnia przygotowania powierzchni, rodzaju powłoki gruntowej, międzywarstwowej i nawierzchniowej, liczby powłok, grubości systemu malarskiego oraz oczekiwanej trwałości. Zaleca się, aby farby wchodzące w skład systemu malarskiego były wyprodukowane przez jednego wytwórcę.

Wybrane przykładowo systemy przydatne do projektowania przedstawiono w tabeli 5. Nazwy substancji błotnotwórczych i ich oznaczenia, przyjęte w tabelach: AK (alkidowe), CR (chlorokauczukowe), CTE (epoksydowo-bitumiczne), AY (akrylowe), PVC poliwinylowe, EP (epoksydowe), ESI (etylokrzemianowe), PUR (poliuretanowe), BIT (bitumiczne).

9. Powłoki na blachach stalowych wykonywane metodą ciągłą

Powłoki organiczne na blachach stalowych, stalowych z powłoką metaliczną otrzymywane metodą ciągłą są odpowiednio przedmiotem norm: PN-EN 10169 [21] i PN-EN 13523 [22] części od 0 do 26. Blachy z zabezpieczeniami według ww. norm są szeroko wykorzystywane:

między innymi na pokrycia dachowe, elewacje ścian, okładziny płyt warstwowych.

Wykorzystując metodę ciągłego powlekania, zabezpieczenie przed korozją stalowych wyrobów stanowi układ warstw:

- powłoka metaliczna po obu stronach rdzenia stalowego o jednakowej lub zróżnicowanej masie/grubości,
- powłoka konwersyjna na powłoce metalicznej,
- powłoka organiczna na stronie górnej: najczęściej podkładowa, (czasem także pośrednia) oraz zewnętrzna (nawierzchniowa), a na stronie odwrotnej najczęściej stosowana jest pojedyncza warstwa z dowolnych materiałów powłokowych bez specjalnych wymagań np. pod względem ochrony przed korozją, jeśli wcześniej nie zastrzeżono, że powinna mieć takie właściwości.

Nazwa powłoki organicznej zabezpieczającej blachy powlekane w sposób ciągły jest nazwą powłoki, która jest ostatnią – nawierzchniową.

Najczęściej stosowanym materiałem na powłoki metaliczne jest cynk. W ostatnich kilkunastu latach stosuje się również powłoki aluminiowo-cynkowe (55% aluminium) o symbolu AZ i cynkowo-aluminiowe (5% aluminium) o symbolu ZA. W ostatnich latach wprowadzono do powszechnego stosowania powłokę cynkowo-magnezową o symbolu ZMg. Na ogół stosowane jest zabezpieczenie przeciwkorozyjne stalowych elementach (na stronie górnej – licowej) o łącznej grubości 45 μm (20 μm powłoka metaliczna, 25 μm powłoka organiczna) i jest wystarczające do stosowania np. w środowiskach o średniej (C3) kategorii korozyjności atmosfery według PN ISO 9223 [15]. Rodzaje powłok organicznych i zakresy grubości zawarte są w normie PN-EN 10169 [21]. Do powszechnie stosowanych należą: poliuretanowe (PUR), polifluorowinylenowe (PVDF), plastizol (PVC (P)), polifluorek winylu (PVF (F)).

10. Podsumowanie

Ochrona przed korozją to wszystkie metody, stosowane środki oraz technologie, których celem jest zmniejszenie, a nawet eliminowanie szkód spowodowanych korozją.

Wśród wymagań stawianych budynkom, konstrukcjom, wyrobom, częściom wykonanym z metali takich jak: duża funkcjonalność, długi okres użytkowania, estetyczne wykończenie jest także trwałość charakteryzowana przez odporność na korozję.

Pod względem ekonomicznym koszty ochrony przed korozją powinny uwzględniać trwałość i skuteczność zastosowanego systemu ochrony.

Ograniczenie występowania korozji oznacza nie tylko zapobieganie stratom materiałowym metali, lecz również ma na celu eliminowanie powstawania uszkodzeń oraz przedłużenie okresu użytkowania wyrobu/konstrukcji.

Właściwie dobrane powłoki ochronne stanowią skuteczne zabezpieczenie konstrukcji i wyrobów metalowych przed korozją. Wobec coraz wyższych wymagań stawianych zabezpieczeniom antykorozyjnym metali stosowanie różnorodnych metod i środków do zabezpieczeń pozwala na bardziej kompleksową ochronę konstrukcji.

BIBLIOGRAFIA

[1] PN-EN 1990:2004 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
 [2] PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków [3] PN-EN 10025: 2007
 [3] PN-EN 10025 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych. Części 1-6
 [4] PN-EN 10210-1:2007 Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych
 [5] PN-EN 10219-1:2007 Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych
 [6] PN-EN ISO 1461:2011 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową. Wymagania i metody badań
 [7] PN-EN 10346:2015-09 Wyroby płaskie stalowe powlekane ognio-wo w sposób ciągły do obróbki plastycznej na zimno. Warunki techniczne dostawy
 [8] PN-EN 10240:2001 Wewnętrzne i/lub zewnętrzne powłoki ochronne rur stalowych. Wymagania dotyczące powłok wykonanych przez cynkowanie ogniowe w ocynkowniach zautomatyzowanych
 [9] PN-EN 13811 Szerardyzacja – Cynkowe powłoki dyfuzyjne na wyrobach stalowych – Wymagania
 [10] PN-EN ISO 2081:2011 Powłoki metalowe i inne nieorganiczne. Elektrolityczne powłoki cynkowe z obróbką dodatkową na żelazie lub stali

[11] PN-EN ISO 14713-1:2010 Powłoki cynkowe. Wytyczne i zalecenia dotyczące ochrony przed korozją konstrukcji ze stopów żelaza. Część 1: Zasady ogólne dotyczące projektowania i odporności korozyjnej
 [12] PN-EN ISO 14713-2:2010 Powłoki cynkowe. Wytyczne i zalecenia dotyczące ochrony przed korozją konstrukcji ze stopów żelaza. Część 2: Cynkowanie zanurzeniowe
 [13] PN-EN ISO 2063:2006 Natryskiwanie cieplne. Powłoki metalowe i inne nieorganiczne. Cynk, aluminium i ich stopy
 [14] PN-H-04684:1997 Ochrona przed korozją. Nakładanie powłok metalizacyjnych z cynku, aluminium i ich stopów na konstrukcje stalowe i wyroby ze stopów żelaza
 [15] PN-EN ISO 9223:2012 Korozja metali i stopów. Korozyjność atmosfer. Klasyfikacja, określanie i ocena
 [16] PN-EN ISO 12944-2:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 2: Klasyfikacja środowisk
 [17] PN-EN ISO 12944-3:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 3: Zasady projektowania
 [18] PN-EN ISO 12944-5:2009 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 5: Ochronne systemy malarskie
 [19] PN-EN ISO 12944-6:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości
 [20] PN-EN ISO 12944-7:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich
 [21] PN-EN 10169+A1:2012 Wyroby płaskie stalowe z powłoką organiczną naniesioną w sposób ciągły. Warunki techniczne dostawy
 [22] PN-EN 13523 Metale powlekane metodą ciągłą. Metody badań.
 [23] Wójtowicz M. Zabezpieczanie przed korozją stalowych konstrukcji budowlanych za pomocą powłok malarskich, Instytut Techniki Budowlanej, Instrukcje, Wytyczne, Poradniki 400/2004, Warszawa 2004

Młoda Kadra
 Polskiego Związku
 Inżynierów i Techników Budownictwa

PROJEKT WORKCAMP 2016

6 oddziałów KMK PZITB z całej Polski
 6 placówek pożytku publicznego
 ponad 80 wolontariuszy zaangażowanych w projekt

Realizacja projektu: wakacje 2016

ORGANIZATORZY