

Korozja i zabezpieczanie konstrukcji stalowych

Część III – Stale odporne na korozję

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

1. Wprowadzenie

Stale stopowe, odporne na korozję – specjalne, o szczególnych właściwościach, są powszechnie stosowane jako materiał konstrukcyjny, ze względu na wysoką odporność korozyjną, atrakcyjny wygląd powierzchni oraz wysoki wskaźnik wytrzymałości w stosunku do wagi. Odporność korozyjna stali stopowych związana jest z naturalnym tworzeniem się cienkiej warstwy pasywnej, która znacząco zmniejsza szybkość korozji. Tworzenie się warstwy pasywnej związane jest z odpowiednią zawartością chromu w stopie, a jej stabilność wzrasta wraz ze wzrostem zawartości tego pierwiastka. Minimalna zawartość chromu w stopie, umożliwiająca wytworzenie się cienkiej szczelnej warstwy pasywnej na powierzchni stali, wynosi 10,5%. Gatunki stali odpornych na korozję klasyfikuje się ze względu na: właściwości użytkowe, zawartość głównych pierwiastków stopowych oraz rodzaj mikrostruktury wg PN-EN 10088-1 [1] „Stale odporne na korozję. Część 1: Gatunki stali odpornych na korozję”.

Grupa stali odpornych na korozję do zastosowań konstrukcyjnych powszechnie zwana nierdzewnymi to materiały, które nie w każdych warunkach pozostaną nierdzewne. W grupie stali nierdzewnych istnieje ponad 200 różnych gatunków, z których niewielka liczba jest powszechnie wykorzystywana do zastosowań w budownictwie i architekturze. Za trwałość obiektów wykonanych ze stali nierdzewnych odpowiada projektant na etapie wyboru właściwego gatunku do rozwiązań projektowych oraz użytkownik odpowiedzialny za prowadzenie właściwej konserwacji i czyszczenia wg instrukcji producenta stali. Głównym czynnikiem, który decyduje o wyborze gatunku stali, jest usytuowanie danego obiektu w określonym środowisku korozyjnym, na które wpływają czynniki naturalne, takie jak temperatura i wilgotność. Zgodnie z normą PN-EN ISO 9223 [2] środowisko eksploatacji obiektu można sklasyfikować jako obszary wiejskie, miejskie, przemysłowe oraz nadmorskie, wyszczególniając 5 kategorii korozyjności środowiska od C1 do C5 (gdzie kategoria C5 dzieli się na: C5-I obszary przemysłowe, C5-M obszary morskie).

W zewnętrznych zastosowaniach architektonicznych odporność korozyjna stali nierdzewnych zależy także od typu wykończenia powierzchni. W praktyce im

gładsza powierzchnia i niższa jej chropowatość, tym wyższa odporność korozyjna stali. Ważną rolę odgrywa również prawidłowy projekt konstrukcji. Przede wszystkim należy unikać miejsc o zwiększonym ryzyku rozwoju korozji, takich jak szczeliny czy brak odprowadzenia wody opadowej. Przy obróbce i łączeniu elementów ze stali nierdzewnej należy pamiętać o zastosowaniu odpowiednich metod, które nie spowodują uszkodzenia i zanieczyszczenia powierzchni stali. Elementy złączne np. śruby, wkręty należy stosować z tego samego gatunku stali co łączone elementy konstrukcji. Zalecane jest również, w zależności od lokalnych warunków eksploatacji, okresowe czyszczenie i konserwacja. Jeżeli regularne czyszczenie powierzchni konstrukcji ze stali nierdzewnej jest trudne do przeprowadzenia, zaleca się zastosować gatunek stopu o wyższej odporności korozyjnej.

2. Łączenie stali nierdzewnych z innymi materiałami metalowymi

W budownictwie i architekturze ze względu na wymagania projektowe i dostępność materiałów np. elementów złącznych często pojawia się konieczność łączenia ze sobą różnych materiałów metalowych. W takich przypadkach, przy braku zastosowania odpowiednich środków ochrony, istnieje ryzyko wystąpienia korozji bimetalicznej (galwanicznej) pomiędzy materiałami o różnym potencjale elektrochemicznym. Jeżeli proces korozji bimetalicznej zostanie zainicjowany, to metal o niższym potencjale elektrochemicznym (anoda) ulega korozji, natomiast materiał o wyższym potencjale elektrochemicznym (katoda) jest chroniony przed korozją. Połączenie materiałów o różnym potencjale elektrochemicznym w środowisku przewodzącym prąd elektryczny powoduje przepływ elektronów z anody do katody. W naturalnych warunkach narażenie korozyjne dla obu różnych materiałów byłoby takie samo, jednak w przypadku kontaktu metali, w obecności elektrolitu agresywność środowiska jest znacznie większa na anodzie. Powstałe ogniwo galwaniczne pomiędzy metalami powoduje przyspieszoną korozję materiału mniej szlachetnego, o niższym potencjale elektrochemicznym. W niektórych zastosowaniach powstanie ogniwa galwanicznego powoduje korozję materiału, w praktyce odpornego



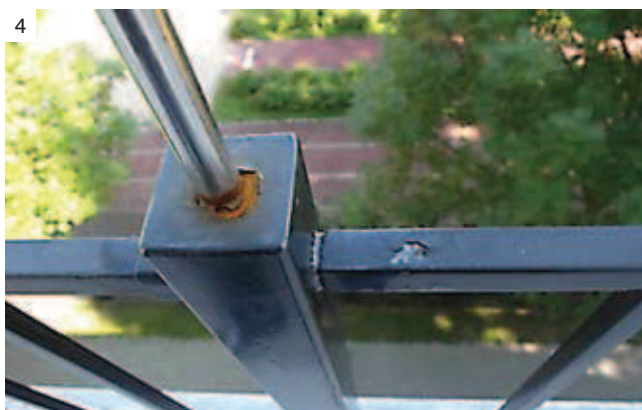
Fot. 1. Korozja galwaniczna wkrętów wykonanych z ocynkowanej stali w kontakcie ze stalą nierdzewną

na dane środowisko korozyjne np. zastosowanie łączników ze stali ocynkowanej do mocowania elementów ze stali nierdzewnej (fot. 1).

Określenie ryzyka wystąpienia korozji galwanicznej nie może opierać się jedynie na ocenie różnicy potencjałów metali, które należy połączyć. Powszechnie dostępne tablice podają przybliżone wartości potencjałów elektrochemicznych wyznaczonych dla metali w warunkach badawczych. W rzeczywistych warunkach użytkowania potencjały elektrochemiczne metali mogą przyjmować inne wartości, dlatego wartość potencjału elektrochemicznego wyznacza się dla typowych środowisk eksploatacji, takich jak np. woda morska.

Istotnym czynnikiem wpływającym na szybkość korozji galwanicznej jest rezystancja elektrolitu i czas zwilżania powierzchni. Wraz ze wzrostem rezystancji elektrolitu maleje ryzyko wystąpienia korozji galwanicznej. Natomiast im dłuższy czas zwilżania powierzchni, zalegania elektrolitu, tym większe prawdopodobieństwo powstania ogniwa galwanicznego. Oznacza to w praktyce, że łączenie różnych metali wewnątrz ogrzewanych budynków, w normalnie napowietrzonym środowisku, gdzie nie występuje na powierzchni metali ryzyko kondensacji, nie jest zabronione. Rodzaj elektrolitu oraz czas zwilżania powierzchni zależą od warunków lokalnych. W środowisku morskim i przybrzeżnym, miejskim, przemysłowym lub wewnątrz budynków takich jak pływalnie czy mleczarnie, ryzyko wystąpienia korozji jest znacznie większe niż w atmosferze wiejskiej. Oprócz lokalnych warunków eksploatacji wpływ na szybkość korozji mają rozwiązania projektowe konstrukcji. Obszary trwale zawilgocone, szczeliny, zalegająca woda, brudne powierzchnie znacznie zwiększają prawdopodobieństwo korozji. Przy projektowaniu konstrukcji należy pamiętać o unikaniu tworzenia tzw. „pułapek korozyjnych”, swobodnym odprowadzeniu wody deszczowej, dobrym napowietrzeniu i dostępie do konstrukcji umożliwiającym okresowe czyszczenie i konserwację.

Na fotografiach 2–4 przedstawiono nieprawidłowe połączenie stali nierdzewnej ze zwykłą stalą węglową



Fot. 2–4. Korozja galwaniczna słupka balustrady balkonowej, wykonanego ze zwykłej stali węglowej zabezpieczonego powłoką malarską, w kontakcie z poręczą wykonaną ze stali nierdzewnej

w zewnętrznych warunkach środowiskowych.

W pewnych zastosowaniach możliwe jest połączenie stali nierdzewnych z innymi metalami pod warunkiem zachowania odpowiedniego stosunku powierzchni anody do katody. W praktyce nie obserwuje się korozji galwanicznej, jeżeli powierzchnia metalu bardziej szlachetnego – katody jest duża mniejsza od powierzchni metalu mniej szlachetnego – anody. Powszechnym przykładem tego typu rozwiązania jest zastosowanie elementów złącznych ze stali nierdzewnej do łączenia aluminium lub stali ocynkowanej.

3. Czyszczenie i konserwacja stali odpornych na korozję

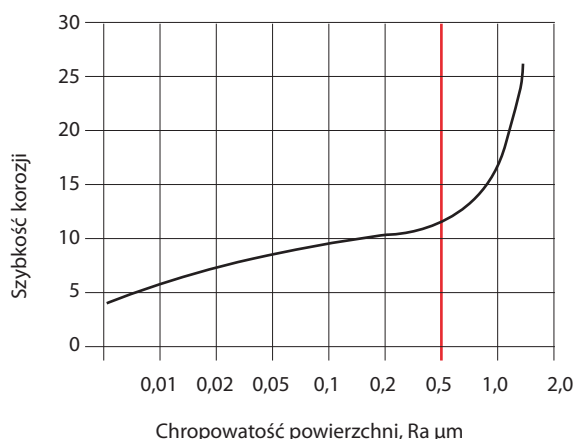
Stale nierdzewne w przeciwieństwie do ich powszechnej nazwy w pewnych warunkach ulegają przebarwieniom i zmianom korozyjnym. Odpowiednio dobrane gatunki stali nierdzewnych do przewidywanych warunków eksploatacji, w celu zachowania odporności korozyjnej i atrakcyjnego wyglądu, muszą być okresowo czyszczone. Stale nierdzewne odporność korozyjną zawdzięczają zjawisku samoczynnego odbudowywania się warstwy pasywnej. Jednak nawet w przypadku zastosowania właściwego gatunku stopu nagromadzenie się i koncentracja zanieczyszczeń na powierzchni może doprowadzić do zablokowania mechanizmu odbudowywania się warstwy pasywnej. Brak okresowego czyszczenia może prowadzić do powstania licznych przebarwień na powierzchni oraz do rozwoju korozji w środowiskach bardziej agresywnych, zawierających chlorki i związki siarki. W porównaniu do zabezpieczeń powłokowych, które mogą ulegać ścieraniu, mycie i czyszczenie stali nierdzewnej można prowadzić z większą częstotliwością. Czyszczona stal nierdzewna nabiera blasku, co sprzyja właściwemu działaniu mechanizmów ochrony antykorozyjnej. Na fotografiach 5 i 6 przedstawiono elementy balustrady balkonowej wykonanej ze stali nierdzewnej gatunku nr 1.4301 wg PN-EN 10088-1 [1], pozostawionej bez prowadzenia okresowej konserwacji.



Fot. 5, 6. Liczne przebarwienia i rdzawe plamy powstałe na skutek braku okresowego czyszczenia i pielęgnacji powierzchni elementów balustrad balkonowych wykonanych ze stali gatunku 1.4301

4. Rodzaj wykończenia powierzchni

Wykończenia powierzchni produktów płaskich, blach, taśm wykonanych ze stali odpornych na korozję przedstawiono w normie PN-EN 10088-2 [3]. Ta norma nie zawiera wykazu wykończeń powierzchni przez elektropolowanie i śrutowanie. Właściwy dobór wykończenia powierzchni elementów ze stali nierdzewnych, ze względu na odporność korozyjną, jest tak samo ważny jak wybór gatunku stali. Na wykresie zamieszczono zależność szybkości korozji od chropowatości powierzchni Ra dla stali nierdzewnych.



Wykres. Wpływ chropowatości Ra na szybkość korozji stali nierdzewnych

W zastosowaniach zewnętrznych na elementy architektoniczne najczęściej stosowane są matowe wykończenia powierzchni, które w zależności od rodzaju użytego ścierniwa mogą występować w szerokim zakresie chropowatości. Powierzchnie o chropowatości $Ra > 1$ charakteryzują się stosunkowo głębokimi bruzdami, w których mogą gromadzić się jony chlorkowe i zanieczyszczenia ze środowiska zewnętrznego. Akumulacja tego typu zanieczyszczeń wpływa niekorzystnie na regenerację warstwy pasywnej i znacząco obniża odporność korozyjną stali nierdzewnych. W przypadku powierzchni polerowanych o chropowatości $Ra < 0,5$ osadzanie się zanieczyszczeń i jonów chlorkowych jest znacznie utrudnione. W przypadku gdy wymagane jest zastosowanie wykończenia kierunkowego powierzchni na obiektach posadowionych w obszarach nadmorskich, chropowatość powinna być nie większa niż $Ra < 0,5$ (np. wykończenie typu 1K lub 2K wg PN-EN 10088-2 [3]). Innym istotnym czynnikiem wpływającym na odporność korozyjną stali nierdzewnej jest kierunkowość wykończenia powierzchni i jej usytuowanie względem oddziaływania czynników atmosferycznych. Orientacja wykończenia powierzchni w kierunku zgodnym z opadami atmosferycznymi sprzyja naturalnemu obmywaniu i czyszczeniu stali nierdzewnych. Rodzaje wykończeń powierzchni, scharakteryzowane w normie PN-EN 10088-2 [3], w większości zapewniają wymaganą odporność

Tabela 1. Zalecenia dotyczące stosowania gatunków stali odpornych na korozję w zależności od kategorii korozyjności środowiska

Kategoria korozyjności środowiska wg PN-EN ISO 9223		Gatunki stali odpornych na korozję wg PN-EN 10088-1 i PN-EN ISO 3506	Zalecenia
C1	bardzo mała	1.4016, 1.4510 (stale Cr) wg [1] (stale A1, A2, A3) wg [4]	Przy odpowiedniej pielęgnacji powierzchni można stosować stale chromowe lub chromowo-niklowe
C2	mała	1.4301, 1.4567 (stale Cr-Ni) wg [1] (stale A1, A2, A3) wg [4]	
C3	średnia	1.4301, 1.4567 (stale Cr-Ni) wg [1] (stale A1, A2, A3) wg [4] 1.4401, 1.4404, 1.4578 (stale Cr-Ni-Mo) wg [1] (stale A4) wg [4]	W środowiskach o dużej wilgotności należy stosować stale nierdzewne zawierające molibden w ilości nie mniej niż 2%
C4	duża	1.4401, 1.4404, 1.4578 (stale Cr-Ni-Mo) wg [1] (stale A4) wg [4]	Powinny być stosowane jedynie gatunki zawierające molibden w ilości nie mniej niż 2%
C5	bardzo duża	1.4401, 1.4404, 1.4578 (stale Cr-Ni-Mo) wg [1] (stale A4) wg [4] 1.4529 (stale Cr-Ni-Mo) wg [1] (stale A5) wg [4]	

korozyjną wynikającą ze składu chemicznego danego gatunku stali. Szlifowanie (wykończenie powierzchni typu 1G lub 2G) może spowodować, że warunki eksploatacji staną się bliskie granicznej odporności korozyjnej gatunku stali przeznaczonego do danego środowiska korozyjnego.

5. Dobór odpowiedniego gatunku stali do przewidywanych warunków eksploatacji

Właściwe zaprojektowanie konstrukcji wymaga odpowiedniego rozwiązania oraz materiału, z jakiego dany element ma powstać. Podstawowe stale nierdzewne chromowe o strukturze ferrytycznej wykazują dobrą odporność korozyjną przy zastosowaniach wewnętrznych (poza środowiskami wyjątkowo agresywnymi, takimi jak np. w hali basenowej). Powszechnie stosowany gatunek stali chromowo-niklowej o strukturze austenitycznej 1.4301 i 1.4307 wg PN-EN 10088-1 [1] może być stosowany na elementy wewnętrzne jak i zewnętrzne narażone na działanie środowiska atmosferycznego o kategorii korozyjności C3 wg PN-EN ISO 9223 [2]. W obszarach, gdzie można spodziewać się obecności związków siarki i chlorków, zaleca się stosowanie gatunków stali zawierających molibden w ilości nie mniej niż 2% (chromowo-niklowo-molibdenowych), z których najczęściej stosowanym są 1.4401 i 1.4404 wg PN-EN 10088-1 [1]. Stale z dodatkiem molibdenu, w obecności chlorków, wykazują wyższą odporność na korozję wżerową i szczelinową niż stale chromowo-niklowe. Przykładem środowisk, w których należy stosować stale zawierające molibden, są obszary przybrzeżne, przemysłowe, pasów drogowych wystawionych na działanie soli odładzającej, o kategorii korozyjności środowiska C4 i C5 wg PN-EN ISO 9223 [2]. W tabeli 1, opracowanej na podstawie norm: PN-EN 10088-1 [1], PN-EN ISO 3506 [4],

PN-EN ISO 9223 [2], przedstawiono zakres zastosowania wybranych stali odpornych na korozję, w zależności od korozyjności atmosfery eksploatacji.

6. Dobór gatunku stali do zastosowania w atmosferze hali basenowej (przykładowo)

Środowisko korozyjne występujące na pływalniach jest silnie agresywne w stosunku do stali nierdzewnej ze względu na chlor występujący w wodzie basenowej i aerozoluach w powietrzu mogących przemieszczać się w atmosferze hali basenowej. Na elementach konstrukcyjnych ze stali nierdzewnej może dochodzić do miejscowego nagromadzenia się chlorków. Brak okresowego czyszczenia takich obszarów może doprowadzić do korozji wżerowej, która widoczna jest w postaci rdzawych wykwitów, brązowych plam, złuszczeń i wżerów. Charakterystyczne objawy korozji elementów stalowych w pływalniach przedstawiono na fotografiach 7–12. Ze względu na agresywność korozyjną środowiska w hali basenowej powinno stosować się gatunki stali stopowych chromowo-niklowych zawierające w swoim składzie pierwiastek stopowy molibden. Zastosowanie stali chromowo-niklowej np. gatunku 1.4301 jest dopuszczalne pod warunkiem wykonania z niej elementów, które będą zanurzone w wodzie basenowej lub regularnie przez nią obmywane i konserwowane. Elementy, które nie są regularnie obmywane przez wodę basenową, oraz nie mają zastosowań konstrukcyjnych związanych z przenoszeniem obciążeń, ze względu na odporność korozyjną powinny być wykonane z gatunku, co najmniej 1.4404 wg PN-EN 10088-1 [1], przy zachowaniu odpowiedniej jakości wykonania powierzchni i właściwej konserwacji. W zależności od dostępu i trudności wynikających z prowadzenia okresowej konserwacji należy przewidzieć zastosowanie gatunku stali o wyższej



Fot. 7–12. Przebarwienia, rdzawe plamy i wżery korozyjne na stalowych elementach pływalni powstałe na skutek zastosowania nieodpowiedniego gatunku stali do warunków eksploatacji i/lub niewystarczającej konserwacji

odporności korozyjnej. Na balustrady i poręcze w hali basenowej zaleca się stosowanie stali gatunku 1.4404, który jest bardziej odporny na działanie jonów chlorkowych w porównaniu do stali chromowo-niklowych, takich jak 1.4301 lub 1.4307 wg PN-EN 10088-1 [1]. Niewłaściwy dobór stali nierdzewnej i obróbki powierzchni może skutkować pojawieniem się rdzawych przebarwień i plam prowadzących w trakcie eksploatacji do powstania korozji wżerowej. Podczas projektowania konstrukcji i instalacji w budynkach pływalni należy pamiętać o właściwym doborze elementów złącznych (śruby, wkręty, nakrętki). W zakresie doboru elementów złącznych należy korzystać z norm serii PN-EN ISO 3506 [4–6]. Do zastosowań w atmosferze zawierającej chlorki, takiej jak np. wewnątrz hali basenowych norma PN-EN ISO 3506 [4–6] zaleca stosowanie stali gatunku 1.4439, 1.4529, 1.4539, 1.4462 wg PN-EN 10088-1 [1].

Przy doborze stali do zastosowań w atmosferze hali basenowej należy uwzględnić elementy konstrukcji

przenoszące obciążenia, gdzie należy liczyć się z wystąpieniem korozji naprężeniowej. Miejsca, które nie są przemywane i czyszczone, są szczególnie narażone na pęknięcie spowodowane korozją naprężeniową. W takich warunkach stale austenityczne gatunku 1.4301 lub 1.4404 ulegają zjawisku korozji naprężeniowej. W związku z tym na elementy konstrukcyjne powinno stosować się stale ferrytyczno-austenityczne typu duplex lub wysokostopowe stale austenityczne, takie jak: 1.4547, 1.4529, 1.4565 wg PN-EN 10088-1 [1]. Do elementów konstrukcyjnych narażonych na korozję naprężeniową można zaliczyć: elementy złączne, wsporniki opraw oświetleniowych, sufitów podwieszanych, przewodów wentylacyjnych, ślizgawek itp.

Poza właściwym doбором stali nierdzewnych ważne znaczenie ma obróbka elementów poprzez mechaniczne wykończenie powierzchni np. po wykonanych pracach spawalniczych oraz sam proces spawania, który może prowadzić do deformacji i przebarwień. Miejsca nieobrobionych

spawów lub powstałych przebarwień na skutek tzw. przegrzania stali są bardziej narażone na korozję.

7. Zalecenia dotyczące użytkowania pielęgnacji

Elementy konstrukcyjne ze stali nierdzewnych należy projektować w sposób umożliwiający łatwy dostęp do powierzchni wymagających czyszczenia, zapobiegający odkładaniu się na stalowej powierzchni osadów sprzyjających korozji np. przez zmywanie przez wody opadowe. Nie dopuszcza się spływu wody z powierzchni innych materiałów, takich jak stal węglowa, cement, beton zawierający chlorki, masa uszczelniająca itp. Należy unikać stosowania otwartych profili i tworzenia szczelin. Do montażu elementów architektonicznych ze stali nierdzewnej należy używać łączników z tego samego gatunku stali nierdzewnej, z którego wykonano elementy. Połączenia spawane i zgrzewane powinny być szczelne (często za pomocą masy uszczelniającej), tak aby nie dopuszczać do powstawania otwartych szczelin, w których mogą gromadzić się zanieczyszczenia sprzyjające zapoczątkowaniu korozji. Spoiny spawalnicze należy wykonywać w sposób zapobiegający wnikaniu wody i zanieczyszczeń do wnętrza profili stalowych. Zanieczyszczenia cząstkami żelaza pochodzące od cięcia, spawania, szlifowania i wiercenia stali węglowych lub od kontaktu z narzędziami, elementami konstrukcyjnymi ze stali węglowej powinny być natychmiast usuwane, ponieważ w obecności wilgoci szybko skorodują. Cząstki żelaza mogą lokalnie uszkodzić warstwę pasywną na stali nierdzewnej i zapoczątkować korozję wżerową. Żużel oraz rozpryski pospawalnicze należy usunąć z powierzchni balustrad np. przez staranne młotkowanie i/lub zastosowanie szczotki drucianej ze stali nierdzewnej. Czyszczenie powierzchni stali szczotką należy wykonywać w kierunku zgodnym z kierunkiem szlifowania (wzoru) stali. W miejscach połączeń spawanych oraz obszarach przebarwień stali wynikających z przegrzania należy przeprowadzić procesy wytrawienia i pasywacji. Opisane czynności powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje.

Stale nierdzewne są dostępne w szerokim zakresie typów i wykończeń powierzchni, które podano w normie PN-EN 10088-2 [3]. Dobór wykończenia powierzchni łatwego w czyszczeniu odgrywa ważną rolę w zapobieganiu przylegania brudów i osadów z otaczającego środowiska. Powierzchnie wyrobów ze stali odpornych na korozję, wykazujące mniejszą chropowatość, charakteryzują się lepszą odpornością korozyjną.

Zgodnie z zaleceniami PN-EN 1993-1-4 Eurokod 3 [7], w celu utrzymania właściwego wyglądu powierzchni balustrad balkonowych ze stali odpornych na korozję, w okresie eksploatacji należy wykonywać odpowiednie zabiegi czyszczące i okresowe przeglądy. Wg zapisów normy PN-EN 1993-1-4 Eurokod 3 [7] na powierzchni elementów ze stali odpornych na korozję dopuszczalne jest występowanie przebarwień. W projekcie technicznym powinny być określone odpowiednie zabiegi

czyszczące, ze wskazaniem zalecanych środków czyszczących, w celu utrzymania właściwego wyglądu powierzchni elementów ze stali nierdzewnych. Zabiegi czyszczące należy wykonywać środkami dostępnymi na rynku, specjalnie przeznaczonymi do pielęgnacji stali nierdzewnych. Użycie niewłaściwych środków czyszczących może być przyczyną uszkodzeń mechanicznych lub korozyjnych powierzchni balustrad. W miejscach, w których wystąpiły rdzawe przebarwienia i wykwity wskazujące na zapoczątkowanie korozji, należy przeprowadzić czyszczenie naprawcze środkami rozpuszczającymi produkty korozyjne lub obróbkę chemiczną w obszarach, w których zmiany korozyjne są najbardziej intensywne. Zaleca się korzystanie z usług specjalistycznych firm zajmujących tego typu wykańczaniem powierzchni. Produkty do obróbki chemicznej i czyszczenia naprawczego powierzchni należy stosować zgodnie z zaleceniami producenta, przestrzegać zasad bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

W obszarach, w których nie wystąpiły rdzawe przebarwienia, należy prowadzić czyszczenie konserwacyjne. Typowa procedura czyszczenia konserwacyjnego stali odpornej na korozję to:

- spłukanie wodą dla usunięcia pozostałego brudu,
- zmycie wodą (najlepiej ciepłą) z mydłem, detergen-tem lub 5% amoniakiem, w razie konieczności użycie miękkiej szczotki fibrowej z długim włosiem,
- spłukanie wodą,
- wytarcie do sucha w celu uzyskania lepszego wyglądu powierzchni.

Czyszczenie środkami do stali nierdzewnych należy prowadzić w warunkach środowiskowych określonych przez producenta danego produktu. Należy uwzględnić fakt, że środki czyszczące do stali nierdzewnych mogą być szkodliwe dla innych elementów konstrukcyjnych lub wykończeniowych np. aluminium.

W obszarach, w których występuje zwiększona zawartość tlenków siarki lub chlorków, czyszczenie konserwacyjne należy prowadzić z większą częstotliwością lub zastosować gatunek stali o większej odporności korozyjnej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-EN 10088-1:2014 Stale odporne na korozję. Część 1: Wykaz stali odpornych na korozję
- [2] PN-EN ISO 9223:2012 Korozja metali i stopów. Korozyjność atmosfer. Klasyfikacja, określanie i ocena
- [3] PN-EN 10088-2:2014 Stale odporne na korozję. Część 2: Warunki techniczne dostawy blach cienkich/grubych i taśm ze stali nierdzewnych ogólnego przeznaczenia
- [4] PN-EN ISO 3506-1:2009 Własności mechaniczne części złącznych odpornych na korozję ze stali nierdzewnej. Część 1: Śruby i śruby dwustronne
- [5] PN-EN ISO 3506-2:2009 Własności mechaniczne części złącznych odpornych na korozję ze stali nierdzewnej. Część 2: Nakrętki
- [6] PN-EN ISO 3506-4:2009 Własności mechaniczne części złącznych odpornych na korozję ze stali nierdzewnej. Część 4: Wkręty samogwintujące
- [7] PN-EN 1993-1-4 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-4: Reguły ogólne. Reguły uzupełniające dla konstrukcji ze stali nierdzewnych