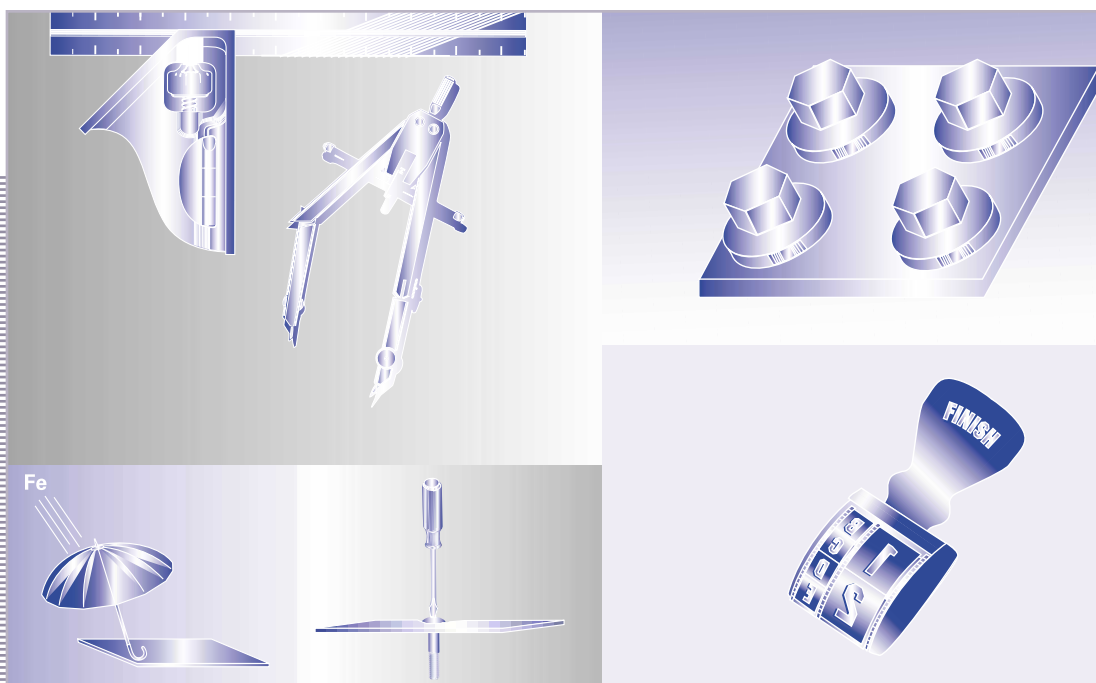


Wskazania dla obróbki stali odpornych na korozję w budownictwie



Treść

Euro Inox zapewnia, że informacja podana na tej stronie internetowej jest technicznie poprawna. Niniejsza informacja służy tylko jako pomoc. Nie można z tego powodu składać żadnych roszczeń o gwarancję i odszkodowanie. Przedruki w postaci wypisów czy streszczeń dozwolone są tylko za zgodą wydawcy.

ISBN 2-87997-070-9

© Euro Inox 2002, 2003

1. Wprowadzenie	1
2. Wybór gatunków	1
3. Wykończenia powierzchni	4
4. Rozplanowanie	5
5. Przerób	5
5.1 Unikanie obcej rdzy	5
5.2 Połączenia spawane	5
5.3 Połączenia mechaniczne	6
5.4 Wpływ techniki łączenia na płaskość	6
5.5 Czyszczenie i konserwacja	7

Pełnoprawni członkowie

Acerinox
www.acerinox.es

AvestaPolarit
www.avestapolarit.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni Spa
www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta GmbH
www.nirosta.de

UGINE & ALZ Belgium
UGINE & ALZ France
www.ugine-alz.com

Członkowie stowarzyszeni

Arbeitsgemeinschaft Swiss Inox
www.swissinox.ch

British Stainless Steel Association (BSSA)
www.bssa.org.uk

Cedinox
www.acerinox.es

Centro Inox
www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
www.edelstahl-rostoffrei.de

Institut du Développement de l'Inox (I.D.-Inox)
www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)
www.chromium-asoc.com

International Molybdenum Association (IMOA)
www.imoa.info

Nickel Development Institute (NIDI)
www.nidi.org

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)
www.puds.com.pl

1. Wprowadzenie

W architekturze stosuje się stal odporną na korozję (stal nierdzewną i stal kwasoodporną) zarówno ze względu na jej odporność korozyjną, jak i z uwagi na jej atrakcyjny wygląd. Dla uzyskania obu tych cech, istotnym jest jej odpowiednia obróbka. Formowanie, cięcie i łączenie stali odpornej na korozję nie jest trudniejsze niż w przypadku stali zwykłej - istnieją jednak pewne różnice, o których należy pamiętać.

Grupa adresatów niniejszego opracowania obejmuje architektów, deweloperów i inwestorów budownictwa, którzy nie chcą

wnikać w szczegóły obróbki stali odpornych na korozję, pragną jednak zapoznać się z listą najistotniejszych zagadnień.

Celem niniejszego zwięzłego opracowania jest przedstawienie pewnych kryteriów, które to ułatwiają, a więc:

- dostosowanie projektowania do materiału,
- wyszukanie i dobór odpowiednich podwykonawców,
- nadzorowanie postępu robót oraz,
- przeprowadzenie odbioru robót wykonanych ze stali odpornych na korozję.

2. Wybór gatunków

Rodzina stopów metali określana pojęciem zbiorczym stali odpornych na korozję obejmuje ponad sto gatunków. Ich wspólną cechą jest zawartość chromu w wys. co najmniej 10,2% oraz zawartości węgla najwyżej 1,20%. W ramach tej grupy stali mamy do dyspozycji gatunki optymalnie przydatne do najbardziej różnorodnych zagrożeń korozyjnych – od łagodnego oddziaływania środowiska naturalnego, na przykład na okładziny ścian biurowców, do bardziej agresywnych warunków w obszarach nadmorskich względnie w sytuacjach bezpośredniego oddziaływania roztworów soli np. rozbryzgi breji pośniegowej zawierającej solankę drogową.

Około 90% wszystkich zastosowań stali odpornych na korozję w budownictwie pokrywa poniższa grupa gatunków.

Na pierwszym miejscu należy wymienić stopy z zawartością chromu i niklu, tak zwane gatunki austenityczne. Można je łatwo poznać po tym, że w stanie wyjściowym są one niemagnetyczne. Natomiast w obszarze dużego odkształcenia mechanicznego mogą miejscowo nabyć własności ferromagnetyczne.

1.4301

1.4301 ten prawie najczęściej używany gatunek jest stalą potocznie określaną „18/8”, „18/10” lub „V2A”, zawierającą około 18% chromu (Cr) i 8 – 10,5% niklu (Ni). Określenie zgodne z normą EN 10088 brzmi X5CrNi18-10/1.4301, a określenie amerykańskie 304. Szczególne zalety tego gatunku polegają na doskonałej przydatności do obróbki plastycznej oraz spawania. Umożliwia to projektowanie kompleksowych

kształtów, ostrych krawędzi oraz optycznie niewidocznych połączeń spawanych.

1.4307


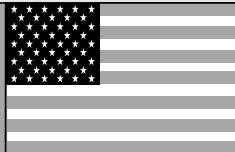
1.4307 w miejsce gatunku X₅CrNi18-10/1.4301 stosuje się często również wariant z niższą zawartością węgla, a więc gatunki X₂CrNi18-9/1.4307 (304L). Stal taka jest wymagana, kiedy mają być wykonane konstrukcje spawane o grubościach ścianek powyżej ok. 6 mm. Gatunek ten może być też stosowany przy mniejszych wymiarach ścianek bez uszczerbku dla przerobu oraz wyglądu.

W przypadku większych zagrożeń korozyjnych stosuje się gatunki, które zawierają dodatkowo molibden (Mo). Są one określane potocznie jako „stale V4A”. Niewielkie już zawartości molibdenu poprawiają znacznie odporność stali na korozję wżerową. Gatunki z dodatkiem molibdenu są na przykład stosowane w strefach nadmorskich, przybrzeżnych, gdzie atmosfera zawiera halogenki (w szczególności chlorki). Te osadzają się wraz z wilgocią zawartą w

powietrzu na budowach. Po wyschnięciu chlorki pozostają. Zjawisko to, powtarzając się na bieżąco powoduje, że na powierzchniach gromadzą się znacznie większe stężenia szkodliwych materiałów aniżeli w otaczającym powietrzu. Dalszym rozpowszechnionym źródłem chlorków są solanki drogowe. W szczególności elementy małej architektury wystawione na ulicy oraz obszary parterów fasad budynków są wystawione na ich bezpośredni wpływ. W rejonach przemysłowych dodatkowym powodem do stosowania gatunków z zawartością Mo są spaliny zawierające dwutlenek siarki. Również w warunkach łagodniejszego zagrożenia korozyjnego, można zalecić zastosowanie gatunków z zawartością molibdenu szczególnie wtedy, gdy nie jest możliwe regularne czyszczenie.

1.4401

typowym przedstawicielem tej grupy jest gatunek X₅CrNiMo17-12-2/1.4401. Jeśli chodzi o zawartości chromu i niklu (ok. 17% Cr oraz ok. 12% Ni) to jest on podobny do gatunku 1.4301, jednak dodatkowo zawiera

		
X ₅ CrNi18-10	1.4301	304
X ₂ CrNi18-9	1.4307	304 L
X ₅ CrNiMo17-12-2	1.4401	316
X ₂ CrNiMo17-12-2	1.4404	316 L
X ₆ CrNiMoTi12-12-2	1.4571	316 Ti
X ₃ CrTi17	1.4510	439
X ₆ Cr17	1.4016	430

on 2% do 2,5% Mo. Porównywalne oznaczenie gatunku według normy amerykańskiej brzmi 316.

1.4404

Również tutaj występuje wariant ze zmniejszoną zawartością węgla (X2CrNiMo17-12-2/1.4404, amerykańskie określenie 316 L). Jest to ekwiwalent z zawartością Mo gatunku 1.4307 i podobnie jak ten, jest on wymagany dla połączeń spawanych przy grubościach od 6 mm, ale może być też stosowany w cieńszych wymiarach bez szkody dla techniki wykonania i wyglądu.

1.4571

przy zastosowaniach do elementów złącznych bez szczególnych wymagań jeśli chodzi o wygląd, jest do dyspozycji gatunek X6CrNiMoTi12-12-2/1.4571 (316 Ti), jako alternatywa dla gatunku 1.4401. Przy tym gatunku, zamiast zmniejszonej zawartości węgla, dodatkowa stabilizacja tytanem zapewnia, że przy grubościach ścianek powyżej 6 mm odporność na korozję zostaje utrzymana również w obszarze spoiny. Ten gatunek nie nadaje się jednak do polerowania i z reguły nie jest brany pod uwagę dla zastosowań dekoracyjnych.

Drugą podgrupą stali odpornych na korozję są tak zwane gatunki „ferrytyczne”. Chodzi tu o stale, które zawierają głównie chrom jako składnik stopowy. W niektórych gatunkach dochodzi do tego jeszcze molibden oraz/lub tytan (Ti) względnie niob (Nb).

1.4510

Stabilizowany tytanem gatunek X3CrTi17/1.4510 znajduje zbyt na rynkach jako materiał na pokrycia dachowe. Posiada

podobną odporność na korozję jak austenityczny gatunek 1.4301.

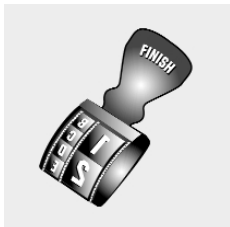
1.4016

porównywalny niestabilizowany gatunek X6Cr17/1.4016 wchodzi w rachubę głównie do zastosowań w pomieszczeniach wewnętrznych.

Przy pomocy tej łatwej do zorientowania się listy gatunków można z powodzeniem pokryć prawie wszystkie zastosowania w budownictwie. Jedynie przy szczególnych wymaganiach są potrzebne jeszcze gatunki wyżej stopowe. Przykładem takim mogą być sufity krytych pływalni, gdzie stal odporna na korozję jest wystawiona na ekstremalne zagrożenia korozyjne. Również dla tych celów są do dyspozycji odpowiednie wysokostopowe gatunki stali na przykład gatunki X1NiCrMoCuN25-20-7/1.4529 oraz X1CrNiMoCu25-20-5/1.4539. Na dolnym krańcu odporności na korozję znajdują się jeszcze (określane również jako stale o podwyższonej odporności na korozję) gatunki ferrytyczne z zawartością 10,5 do 12% Cr na przykład stal X2CrNi12/1.4003, która jest stosowana między innymi jako stal zbrojeniowa, jednak nie używa się jej na widoczne elementy budowlane.

Przy ocenie ofert należy bezwzględnie zwrócić uwagę na to, aby gatunki stali były określane każdorazowo pojęciami zgodnymi z normą EN 10088. Potocznie używane określenia jak „18/10” lub „V2A” obejmują szereg rodzajów gatunków o wyraźnie zróżnicowanych własnościach i cenach, i są tym samym nie przydatne dla obiektywnego porównania.

3. Wykończenia powierzchni



Wymagania w stosunku do jakości powierzchni pod względem optycznym są wyższe w zastosowaniach architektonicznych aniżeli w przemysłowych. Z tego względu szczególne znaczenie ma w tej sprawie niepozostawiające wątpliwości uzgodnienie pomiędzy architektem a wykonawcą.

W normie EN10088/3 są ustalone określenia powierzchni. Przegląd występujących w budownictwie powierzchni podaje broszurka „Euro-Inox” p.t. „**Guide to Stainless Steel Finishes**” („Powierzchnie stali odpornej na korozję w budownictwie”).

Należy jednak zwrócić uwagę na to, że także w ramach tego samego określenia mogą występować widoczne różnice. Powierzchnie zB mogą na przykład zmieniać się od producenta do producenta a nawet od wytopu do wytopu w produkcji. Celem uniknięcia późniejszych nieporozumień, należy podjąć następujące kroki:

- określanie powierzchni wyłącznie według EN 10088/3
- uzgodnienie na podstawie próbek pomiędzy architektem a zleceniobiorcą
- w zastosowaniach krytycznych stosować stal pochodzącą z tego samego wytopu.

Gotowe elementy budowlane na przykład panele lub kasety muszą być tak wykonywane i montowane, aby kierunek walcowania i szlifu materiału były jednakowe. W przeciwnym razie może dojść – w zależności od warunków oświetlenia – do kłopotliwych różnic w efekcie wizualnym powierzchni. Z tego względu należy przewidzieć w uzgodnieniach dotyczących dostawy, aby kierunek walcowania (a w przypadku powierzchni szlifowanych względnie szczotkowanych również kierunek szlifu) były podawane na odwrocie elementu budowlanego.

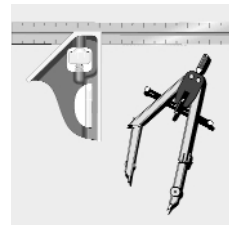
Na tej samej powierzchni zabudowy nie należy mieszać ze sobą elementów z gatunków ferrytycznych (to jest z dodatkiem stopowym chromu) z elementami z gatunków austenitycznych (w zasadzie z dodatkami stopowymi chromu i niklu), nawet, gdy technicznie obydwie mogłyby się nadawać. Ferrytyczne stale nierdzewne mają chłodniejszy, a austenityczne bardziej ciepły odcień barwy. Taka różnica w odcieniach staje się dość widoczna w przypadku bardziej wymagających zastosowań.

„Euro-Inox” dysk CD-ROM „**Guide to Stainless Steel Finishes**” („Powierzchnie stali odpornej na korozję w budownictwie”) zawiera na ekranie wierne prezentacje różnych powierzchni. Dokumentacja ta jest również dostępna w postaci broszurki, która na życzenie może być przesłana nieodpłatnie.

4. Rozplanowanie

Elementy do zabudowy należy tak rozplanować, aby osiągnąć możliwie wysoki stopień wykonania warsztatowego. Spawanie na miejscu zabudowy należy możliwie jak najbardziej ograniczyć.

Spoiny należy przewidzieć tylko w miejscach, które są łatwo dostępne dla spawarek oraz szlifierek. Należy unikać tworzenia szczelin, w których mógłby się gromadzić brud i szkodliwe substancje.



5. Przerób

Istotnym warunkiem jakości wykonywanych prac jest wybór odpowiednio przeszkolonego i doświadczonego wykonawcy. Wizytacja jego warsztatu oraz obejrzenie obiektów referencyjnych daje już pogląd na poziom oferowanej jakości. Należy przy tym zwrócić szczególną uwagę na poniższe punkty:

Przy składowaniu i transportowaniu należy zwracać uwagę na to, aby **stal odporna na korozję nie stykała się bez osłony ze środkami transportu i urządzeniami dźwigowymi ze stali zwykłej**, na przykład z wózkami widłowymi lub łańcuchami stalowymi.

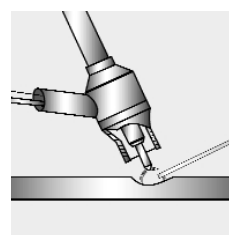
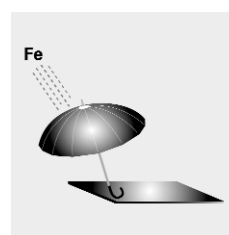
5.1 Unikanie obcej rdzy

Odporność korozyjna omawianych stali może być obniżona przez wpływ cząsteczek obcego żelaza. Występują one przede wszystkim w postaci nalotów rdzy lub pyłów z operacji cięcia, szlifowania i spawania części ze stali zwykłych (niestopowych). Z tego względu obróbki stali zwykłej i stali odpornej na korozję winny odbywać się zawsze w oddzielnych pomieszczeniach. Ponadto należy posługiwać się odrębnymi zestawami narzędzi. Tam, gdzie nie jest to możliwe, to narzędzia muszą być starannie oczyszczone z cząsteczek żelaza zanim zostaną one użyte do stali odpornych na korozję.

5.2 Połączenia spawane

Należy tak rozplanować prace, aby ograniczyć do minimum spawanie na miejscu budowy. Wymagane warunki pracy można pewniej uzyskać w warsztacie aniżeli na placu budowy.

Większość przyjętych dla stali metod spawania nadaje się także do zastosowania przy stalach odpornych na korozję. Należy jednak zwracać przy tym uwagę na dobór właściwych **dotatków spawalniczych**, które z reguły muszą być wyżej stopowe aniżeli materiał podstawowy.

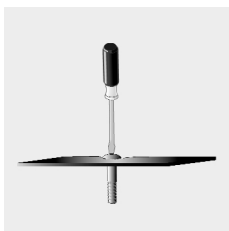
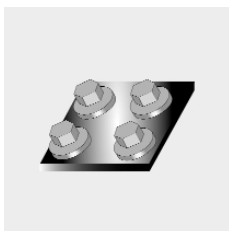


Dobrym wskaźnikiem jakości wykonania spoiny jest **obróbka powierzchni** połączeń spawanych.

Spawanie prowadzi do powstawania w obszarze spoiny barwnych nalotów. W obrębie tych zabarwień nie jest zapewniona pełna odporność stopu podstawowego na korozję. Zabarwienia te należy wobec tego **usunąć chemicznie (przez trawienie) lub mechanicznie (przez szlifowanie lub polerowanie)** po to, aby odtworzyć metalicznie jasną powierzchnię.

W miejscach spawania zostaje uszkodzona pierwotna powierzchnia dekoracyjna. Wymaga ona odtworzenia przez odpowiednią **obróbkę mechaniczną**. Jeśli do tej obróbki zastosuje się tę samą wielkość ziarna jak dla materiału wyjściowego (najbardziej rozpowszechnione są ziarno 180 i 240), to można osiągnąć pod względem optycznym całkowite ukrycie miejsca spawu.

5.3 Połączenia mechaniczne



Popularnymi środkami mocowania przy stosowaniu stali odpornych na korozję są **śruby i nity**. Często jest popełniany błąd polegający na używaniu do części ze stali odpornych na korozję elementów mocujących z ocynkowanej stali lub z aluminium. Jeśli zostanie utworzone połączenie przewodzące elektryczność pomiędzy bardziej szlachetnym tworzywem metalicznym (stal odporna na korozję) oraz mniej szlachetnym (stal zwykła, aluminium) i dojdzie do tego elektrolit (wilgotność

powietrza), to powstaje ogniwo galwaniczne. Podobnie jak w ogniwie elektrycznym prąd przepływa od metalu bardziej szlachetnego do mniej szlachetnego, przy czym ten mniej szlachetny metal podlega korozji.

W praktyce prowadzi to do tego, że śruby, nity lub inne elementy mocujące ze stali zwykłej lub aluminium, które przy właściwym doborze materiałów przetrwałyby przez dziesiątki lat, przy styku ze stalą odporną na korozję w bardzo krótkim czasie ulegają skorodowaniu.

W ślad za tym cząsteczki rdzy, jako rdza obca mogą również zaatakować stal odporną na korozję. **Nieodzownym wobec tego jest stosowanie do mocowania elementów budowlanych ze stali odpornych na korozję, wyłącznie środków mocujących wykonanych także ze stali odpornej na korozję.**

5.4 Wpływ techniki łączenia na płaskość

Przy połączeniach skręcanych śrubami może dochodzić do odkształceń płaskości, jeśli śruby zostaną dokręcone zbyt mocno. Odpowiednią alternatywę stanowi **doczołowe zgrzewanie kołków**. Przy blachach o grubości od ok. 1,5 mm można już zamocować kołki bez ujemnych skutków dla przedniej strony mocowanego elementu.

W przypadku blach cieńszych w coraz większym stopniu stosuje się **technikę klejenia**. W ten sposób unika się wypaczeń,

choć połączenia klejone są podatne na siły ścinające i zdzierające.

Przy kasetach oraz panelach o większych płaszczyznach mogą powstawać wybrzuszenia. W szczególności austenityczne stale odporne na korozję mają **mniejszą przewodność cieplną** oraz **większą rozszerzalność cieplną** aniżeli inne metaliczne tworzywa budowlane. Z tego względu takie części nie mogą mieć zbyt wielkich rozmiarów i przy ich konstruowaniu należy brać pod uwagę rozszerzalność cieplną.

5.5 Czystczenie i konserwacja

Nawet prawidłowo wykonana praca może być w dużym stopniu zniweczona w wyniku niewłaściwego pierwszego czyszczenia.

Wskazówki w tym względzie zawarte są w druku informacyjnym Euro-Inox p.t. **„Cleaning and Maintenance of Stainless Steel Architectural Finishes”** („Czystczenie i konserwacja powierzchni ze stali odpornych na korozję w budownictwie”).

Wskazówki odnośnie literatury

Dla osób zainteresowanych uzyskaniem dalszych informacji zalecamy następujące publikacje:

W języku niemieckim są do dyspozycji instrukcje: „Edelstahl Rostfrei im Bauwesen: Technischer Leitfaden” („Stal odporna na korozję w budownictwie: przewodnik techniczny”) (Instrukcja 875) oraz „Die Verarbeitung von Edelstahl Rostfrei” („Obróbka stali odpornych na korozję”) (instrukcja 822), Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, www.edelstahl-rostfrei.de.

W języku angielskim uzupełniające wytyczne oferuje „Architects’ Guide to Stainless Steel” („Przewodnik dla architektów w zakresie stali odpornych na korozję”) brytyjskiego Steel Construction Institute (SCI), www.steel-sci.org.

Wyczerpujące kompendium na temat obróbki stali odpornych na korozję stanowi ponadto publikacja Euro-Inox p.t. **„Working with Stainless Steel”**, którą można otrzymać w wersji książkowej za opłatą € 50,- pod www-euro.inox.org.

ISBN 2-87997-070-9