

Montaż i instalacja elementów ze stali nierdzewnej



Euro Inox

Euro Inox jest europejskim stowarzyszeniem rozwoju rynku stali nierdzewnych. Członkami Euro Inox są następujące organizacje i instytucje:

- Europejscy producenci stali nierdzewnych
- Krajowe organizacje zajmujące się rozwojem stali nierdzewnych
- Stowarzyszenia producentów dodatków stopowych

Głównym celem Euro Inox jest rozwijanie świadomości na temat wyjątkowych własności stali nierdzewnych, propagowanie ich zastosowania oraz zdobywanie nowych rynków. Aby osiągnąć te cele, Euro Inox organizuje konferencje i seminaria oraz wydaje przewodniki w formie drukowanej i elektronicznej, co umożliwi architektom, projektantom, zaopatrzeniowcom, producentom oraz użytkownikom i producentom, a także użytkownikom końcowym lepsze zaznajomienie się z tym materiałem. Euro Inox wspiera również techniczne i rynkowe prace badawcze.

Uwagi o prawie autorskim

Opracowanie niniejsze jest objęte prawem autorskim. Euro Inox zastrzega sobie wszelkie prawa do tłumaczenia na wszystkie języki, przedruku, wykorzystania ilustracji, cytowania lub rozpowszechniania. Żadna część tej publikacji nie może zostać powielona, przechowywana w systemach wyszukiwawczych ani przekazywana w żaden inny sposób: elektroniczny, mechaniczny, za pomocą fotokopii czy nagrań bez uprzedniej pisemnej zgody właściciela praw autorskich tj. Euro-Inox, Luxemburg. Naruszenie tych praw może podlegać procedurze prawnej w zakresie odpowiedzialności za wszelkie szkody pieniężne wynikające z tego naruszenia jak również poniesienia kosztów i opłat prawnych oraz podlega ściganiu w ramach przepisów luksemburskiego prawa autorskiego oraz przepisów obowiązujących w Unii Europejskiej.

Członkowie zwyczajni

Acerinox

www.acerinox.es

ArcelorMittal Stainless Belgium

ArcelorMittal Stainless France

www.arcelormittal.com

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta

www.nirosta.de

Członkowie stowarzyszeni

Acroni

www.acroni.si

British Stainless Steel Association (BSSA)

www.bssa.org.uk

Cedinox

www.cedinox.es

Centro Inox

www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

www.edelstahl-rostfrei.de

Institut de Développement de l'Inox (I.D. Inox)

www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)

www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOA)

www.imoa.info

Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

www.turkpasder.com

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

www.puds.pl

SWISSINOX

www.swissinox.ch

Montaż i instalacja elementów ze stali nierdzewnej
Wydanie pierwsze 2006
(Seria budowlana, księga 10)
© Euro Inox 2006

Wydawca

Euro Inox
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80
1030 Bruksela, Belgia
Tel.: +32 2 706 82 67 / Fax: +32 2 706 82 69
E-mail: info@euro-inox.org
Internet: www.euro-inox.org

Autor

Nancy Baddoo, The Steel Construction Institute,
Ascot, UK



Tłumaczenie :

CTP, Warszawa, Polska

Zastrzeżenie

Euro Inox dołożył wszelkich starań, aby informacje zawarte w tej publikacji były technicznie poprawne. Jednakże, zwraca się uwagę czytelnika, że materiał zawarty w niniejszym opracowaniu stanowi tylko ogólną informację. Euro Inox, jego członkowie, personel i konsultanci nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty, zniszczenia lub szkody wynikające z wykorzystania informacji zawartych w niniejszym opracowaniu.

ISBN 978-2-87997-288-6

978-2-87997-143-8 wersja angielska
978-2-87997-248-0 wersja niemiecka
978-2-87997-249-7 wersja hiszpańska
978-2-87997-250-3 wersja fińska
978-2-87997-251-0 wersja szwedzka
978-2-87997-257-2 wersja czeska
978-2-87997-259-6 wersja holenderska

Spis treści

1	Wprowadzenie	2
2	Warunki terenowe	3
3	Planowanie montażu	3
3.1	Zasady ogólne	3
3.2	Procedura montażu	4
3.3	Montaż próbny	5
4	Podpory i zabezpieczenia montażowe	5
5	Plany montażowe	6
6	Tolerancje	6
7	Transport, przenoszenie i magazynowanie	7
7.1	Zasady ogólne	7
7.2	Transport	7
7.3	Przenoszenie	8
7.4	Składowanie	9
7.5	Znakowanie	11
8	Metody montażu	12
9	Spawanie montażowe	13
10	Ochrona powierzchni	13
11	Czyszczenie przed odbiorem końcowym	15
12	Kontakt między różnymi metalami	17
13	Instalacje z paneli	19
13.1	Spójność powierzchni	19
13.2	Płaskość powierzchni	19
13.3	Czystość powierzchni	20
14	Elementy złączne	22
15	Literatura	24

Autorzy fotografii

ArcelorMittal Stainless Belgium, Genk (B), str. 19
Cedinox, Madryt (E), str. 22
Centro Inox, Mediolan (I) str. 17
Niton, Billerica, MA (USA), str. 10
NTD, Concorezzo (I), str. 10
T. Pauly, Bruksela (B), okładka, str. 2, 6, 13, 14, 20, 21, 23
V. Røytta, Tornio (FIN), str. 4, 12
Stelos Oy, Helsinki (FIN), str. 4,12
The Steel Construction Institute, Ascot (UK), str. 18
B. Van Hecke, Hasselt (B), str. 9, 11, 14, 15, 16

1 Wprowadzenie

Stal nierdzewna jest powszechnie stosowana, jako materiał konstrukcyjny ze względu na jej wysoką odporność korozyjną lub atrakcyjny wygląd wykończenia powierzchni w połączeniu z doskonałym wskaźnikiem wytrzymałości do wagi [1, 2].

Publikacja przedstawia prawidłowe metody praktyczne podczas montażu lub instalacji elementów architektonicznych jak i konstrukcyjnych wykonanych ze stali nierdzewnej. W takich zastosowaniach prawie zawsze preferowane są stale nierdzewne o strukturze austenitycznej, ale pomimo tego podane wskazówki mogą być również zastosowane dla stali nierdzewnych o strukturze ferrytycznej i ferrytyczno-austenitycznej. Publikacja przedstawia i wyjaśnia obowiązujące wymagania odnośnie montażu zgodnie z mającą się ukazać Europejską normą EN 1090, dotyczącą wykonywania konstrukcji stalowych [3, 4, 5].

Konstrukcje ze stali nierdzewnej mogą być montowane na miejscu budowy przy zastosowaniu połączeń spawanych, śrubowych lub innych metod mechanicznego łączenia.

Postępowanie podczas montażu elementów ze stali nierdzewnej wymaga pisemnego zaplanowania ze szczególnym uwzględnieniem:

- własności materiału i ich znaczenia dla procedury montażu,
- warunków na miejscu budowy,
- wymagań dla specjalnego oprzyrządowania i wyposażenia,
- możliwej konieczności wykonania próbnej instalacji,
- etapów montażu w odniesieniu do innych prac konstrukcyjnych,
- wagi elementów, odpowiednich miejsc do podnoszenia jak i wszystkich wymaganych pomocniczych podpór lub wzmocnień.

Zasadniczą kwestią jest zachowanie właściwej odporności korozyjnej stali nierdzewnej na każdym z etapów procesu konstrukcyjnego. Konstrukcje ze stali nierdzewnej często pozostają nie pomalowane lub nie są poddane żadnej innej obróbce, więc równie istotne jest pozostawienie niezmienionego wyglądu powierzchni lub tym bardziej jej uszkodzenie podczas procesu wytwarzania, przetwarzania, transportu lub montażu.



Unikalne połączenie odporności korozyjnej, wysokiej wytrzymałości i wyglądu zewnętrznego sprawia, że stal nierdzewna jest idealnym materiałem na konstrukcje narażone na oddziaływanie czynników atmosferycznych

2 Warunki terenowe

Montaż powinno się rozpocząć tylko wtedy, gdy plac budowy będzie spełniać wymagania bezpieczeństwa pracy. Pod tym względem należy brać pod uwagę następujące kwestie:

- odpowiednie dojście do miejsca montażu oraz w jego obrębie,
- uwzględnienie i prawidłowe przygoto-

wanie twardego podłoża dla dźwigów i wyposażenia transportowego,

- ograniczenia w wymiarach i ciężarze elementów, które będą dostarczone na miejsce budowy,
- informacje o sąsiednich konstrukcjach, które mogą wpłynąć na proces montażu.

3 Planowanie montażu

3.1 Zasady ogólne

Do głównych zasad bezpieczeństwa podczas montażu konstrukcji stalowych należą:

- stabilność częściowo zmontowanej konstrukcji;
- bezpieczne podnoszenie i umiejscawianie stalowych elementów oraz
- bezpieczny dostęp do elementów i pozycja montażu.

Do zasadniczych różnic, jakie powstają podczas montażu lub instalacji elementów ze stali nierdzewnej należą:

- wyższa względna giętkość elementów ze stali nierdzewnej (w szczególności paneli budowlanych), która może wpływać na sztywność częściowo zmontowanej konstrukcji;
- konieczność zabezpieczenia elementów o końcowym wykończeniu powierzchni przed uszkodzeniem podczas podnoszenia i umiejscawiania oraz
- konieczność zapewnienia bezpiecznego dostępu do elementów i pozycji montażu dla odpowiedniego zsynchronizowania działań budowlanych, które wystąpią

jeżeli będą istnieć dodatkowe wymagania odnośnie wyglądu zewnętrznego konstrukcji (np. polerowanie i czyszczenie).

Głównym sposobem na zapewnienia wymienionych wymagań jest wybranie odpowiednich kontrahentów i operatorów maszyn, którzy posiadają doświadczenie i wyszkolenie w montażu i instalacji elementów ze stali nierdzewnej. Tylko przy użyciu kompetentnego personelu można zapewnić bezpieczne i wydajne wykonanie montażu.

Dodatkowo, szczególne wymagania określone w projekcie będą ściśle determinować fazę przygotowania metody montażu oraz wpływać na instruktarz ekipy montażowej.

Pełny instruktarz ekipy montażowej przeprowadzony od podstaw i przedstawiający metodę montażu zapewni, że pracownicy:

- rozumieją, jakie prace należy wykonać,
- zostaną wyposażeni w potrzebne narzędzia i urządzenia,
- poznają odpowiednie metody postępowania i pracy w dbałości o zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zastosują osobiste środki ochronne (tak, aby uniknąć kontaktu z ostrymi krawędziami).

Zazwyczaj wszystkie działania związanych z montażem konstrukcji stalowych odbywają się podczas jednego ciągłego pobytu na placu budowy i ze względów bezpieczeństwa w strefie wyłączonej dla innych prac budowlanych.

Często jednak nie jest to możliwe podczas montażu elementów ze stali nierdzewnej. Jest to związane z tym, że operacje wykończeniowe i montaż elementów ze stali nierdzewnej odbywają się dużo później niż główna działalność konstrukcyjna. W związku z tym jest bardzo prawdopodobne, że działalność związana z montażem elementów ze stali nierdzewnej nałoży się na inne prace budowlane. Należy, więc zwrócić szczególną uwagę na zakłócenia z tym związane w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy i ochrony uprzednio zainstalowanych elementów.



Bazując na jasno określonych zasadach montażu konstrukcje ze stali nierdzewnej mogą być montowane z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa przy minimalnym nakładzie czasu

3.2 Procedura montażu

Przed zapoczątkowaniem aktywności budowlanej należy przygotować szczegółową procedurę montażu, która musi zostać zatwierdzona przez strony procesu. Jest to bardzo ważny dokument, który szczegółowo opisuje etapy postępowania w celu bezpiecznego i ekonomicznego wykonania w odpowiednim czasie montażu konstrukcji. Do podstawowych zagadnień, jakie opisuje procedura montażu należą:

- miejsce i typy połączeń i złączy montażowych,
- maksymalne gabaryty elementów, ich wag i lokalizacja,
- kolejność montażu,
- metody zapewnienia bezpiecznego dostępu do montowanych elementów oraz bezpiecznego stanowiska pracy,
- dopuszczalne odchylenia dla wartości tolerancji,
- doświadczenia z wykonanego montażu próbnego.

Procedura montażu oczywiście musi być również zgodna z założeniami projektu. Należy również zapewnić odpowiednią wytrzymałość częściowo zmontowanej konstrukcji na oddziaływanie obciążeń wywieranych podczas montażu. Procedura montażu musi uwzględniać stabilność częściowo zmontowanej konstrukcji. Zagadnienia związane z obciążeniem podczas wykonywania konstrukcji stalowych objęte są normą PN-EN1991-1-6. Wymagania podczas tymczasowego mocowania lub podpierania konstrukcji również trzeba uwzględnić. Dotyczy to również elementów, które mogą spowodować zagrożenie bezpieczeństwa podczas budowy.

3.3 Montaż próbny

Pace montażowe powinny odbywać się dokładnie zgodnie z planem, szczególnie w przypadku elementów o wysokim koszcie i trudnych do zastąpienia przez inne w krótkim czasie oraz takich, które stosunkowo łatwo mogą ulec uszkodzeniu. W takich okolicznościach zastosowanie próbnego montażu może dać następujące korzyści:

- możliwość sprawdzenia zmontowanych elementów,
- możliwość sprawdzenia kolejności montażu pod względem bezpieczeństwa pracy (szczególnie pod względem stabilności konstrukcji i dostępności do poszczególnych elementów),

- możliwość zmierzenia czasu trwania poszczególnych etapów, (co jest istotne w przypadku ograniczeń czasowych na wykonanie konstrukcji bezpośrednio na placu budowy).

Zdobyte doświadczenia podczas montażu próbnego posłużą do udoskonalenia opracowanej procedury montażu. Montaż próbny może być również wykorzystany do sprawdzenia poszczególnych metod podczas transportowania, przenoszenia i magazynowania elementów, co zapobiegnie możliwości uszkodzenia podczas transportu.

4 Podpory i zabezpieczenia montażowe

Stan, umiejscowienie oraz poziom wymaganych zabezpieczeń dla konstrukcji stalowych powinien być odpowiednio przygotowany na przyjęcie elementów konstrukcyjnych ze stali nierdzewnej. Procedura montażu nie może się rozpocząć aż do momentu, kiedy wszystkie zabezpieczenia nie zostaną umiejscowione zgodnie z ustalonymi i wymaganymi kryteriami.

Podkłady oraz inne elementy zabezpieczające stosowane do czasowego podpięcia na płycie fundamentowej powinny posiadać płaską powierzchnię w stosunku

do konstrukcji stalowej oraz być odpowiedniej wielkości, wytrzymałości i sztywności, aby uniknąć miejscowego kruszenia betonu w miejscu podparcia. Jeżeli jakiegokolwiek podpory konstrukcji mają pozostawać na miejscu po jej zacementowaniu, muszą być wykonane z materiału o takiej samej trwałości, co konstrukcja. Należy pamiętać, że zastosowana zaprawa cementowa będzie pozostawać w kontakcie ze stalą nierdzewną, więc nie powinna zawierać związków chloru (chlorków).

5 Plany montażowe

Plany montażowe powinny przedstawiać wszystkie niezbędne szczegóły dotyczące mocowania elementów stalowych lub śrub do podłoża, sposoby regulacji, mocowania konstrukcji stalowej i elementów nośnych do podpór oraz metod spawania, jeżeli są one stosowane podczas montażu. Powinny również przedstawiać szczegóły ustawienia poszczególnych elementów konstrukcji oraz wszystkich tymczasowych operacji koniecznych podczas montażu, co ma na celu zapewnienie stabilności konstrukcji i bezpieczeństwo personelu.

W przypadku elementów wyginanych na zimno oraz instalacji formowanych z arkuszy blachy w planach montażowych powinny być zawarte informacje dotyczące zastosowanych elementów łącznych, podkładek oraz kolejności mocowania włącznie z podaniem specjalnych wymagań, co do typu połączenia (np. średnica wywierconego otworu i minimalny moment obrotowy). Podczas łączenia blach należy również podać informacje o wielkości szwu i wielkości zakładek oraz umiejscowieniu złączy kompensacyjnych.

6 Tolerancje

Stal nierdzewna w zastosowaniach architektonicznych zazwyczaj jest eksploatowana na wolnym powietrzu. Oznacza to, że w odróżnieniu do stali węglowej gdzie luźniejsze tolerancje wymiarowe można zniwelować przez podkładowe regulacyjne lub niewiel-

kie wymuszone dopasowanie elementów, to w przypadku konstrukcji ze stali nierdzewnej takie tolerancje nie zawsze będą akceptowalne. Dlatego też dla konstrukcji ze stali nierdzewnych mogą być wymagane ciaśniejsze tolerancje wymiarowe. Norma PrEN 1090-2 [4] zawiera zestawienie tolerancji montażowych, jako dopuszczalnych odchyłeń dla pozycji węzłów oraz tolerancje prostoliniowości i płaskości dla montowanych elementów. Tolerancje podzielono na dwie klasy, dla których należy spełnić kryterium wymiarowe niezbędne dla stabilności konstrukcji, ale jeżeli dokładne dopasowanie elementów jest wymagane z innych przyczyn to należy spełnić ciaśniejszą klasę tolerancji.

Rozszerzalność cieplna austenitycznej stali nierdzewnej jest około 50% wyższa od stali węglowej. Z tego względu należy odpowiednio uwzględnić tę własność dla dużych elementów konstrukcyjnych zarówno na etapie określania tolerancji montażowych jak i podczas ich kontroli na etapie montażu.



Konstrukcje ze stali nierdzewnej są często odsłonięte, dlatego jakość ich zewnętrznych powierzchni jest bardzo istotna i może wymagać spełnienia ciaśniejszych tolerancji wymiarowych

7 Transport, przenoszenie i magazynowanie

7.1 Zasady ogólne

Elementy ze stali nierdzewnej powinny być magazynowane, przenoszone i instalowane zgodnie z odpowiednimi zasadami, co zapewni utrzymanie wysokiej jakości ich powierzchni. Jest to szczególnie ważne dla elementów z wykończeniem powierzchni po wyżarzaniu jasnym, wykończeniu teksturowanym, dekoracyjnym i barwnym lub malowanym wykończeniu powierzchni. Na wszystkich etapach wytwarzania, transportowania, przenoszenia, składowania i montażu należy unikać zanieczyszczenia powierzchni elementów ze stali nierdzewnej przez cząstki metaliczne żelaza i stali węglowej. Ma to zapobiec zbieraniu się na powierzchni cząstek stali węglowej, które będą rdzewieć i przebarwiać powierzchnie.

W celu zabezpieczenia powierzchni stali nierdzewnej na skutek kontaktu ze stalą węglową należy podjąć odpowiednie środki zaradcze. Jeżeli bezpośrednio na placu budowy będą musiały się odbyć prace związane z obróbką stali to należy je przeprowadzać w specjalnie odseparowanych miejscach przy użyciu narzędzi specjalnie przeznaczonych tylko do pracy ze stalą nierdzewną. Dotyczy to zastosowania szczotek drucianych i z wełny stalowej. Nie należy stosować stalowych mocowań do podnoszenia i niezabezpieczonych widel w podnośnikach widłowych. Należy także unikać innych potencjalnie szkodliwych zanieczyszczeń powierzchni w tym olejami, smarami i rozprysków metalu podczas spawania.

Zabezpieczeniu powierzchni ze stali nierdzewnej znacznie pomaga zdzieralna plastikowa powłoka ochronna. Jeżeli elementy posiadają taką powłokę ochronną należy ją

pozostawić na powierzchni elementów najdłużej jak to możliwe i usunąć bezpośrednio przed odbiorem końcowym konstrukcji.

7.2 Transport

Na przykład szczególnie należy chronić elementy mocowane na paletach lub pojazdach transportowych, aby uchronić powierzchnię przed uszkodzeniem od metalowych taśm pakowniczych. Pomiędzy elementy ze stali nierdzewnej należy umieścić odpowiednie materiały ochronne oraz zabezpieczyć pasy taśmy metalowej. Jeżeli do zabezpieczenia na paletach zastosowano taśmę pakowniczą ze stali węglowej to elementy ze stali nierdzewnej powinno się obłożyć lub owinać dodatkowym zabezpieczeniem. Takie postępowanie ma uchronić naroża i krawędzie elementów przez zarysowaniem i uszkodzeniem powierzchni.

W przypadku zastosowania plastikowego opakowania (szczególnie folii termokurczliwej) do zabezpieczenia elementów podczas transportu w przypadku kondensacji wilgoci pod ich powierzchnią może dojść do korozji elementów. Opisane zjawisko może wystąpić po długotrwałym składowaniu elementów w takim opakowaniu w środowisku wilgotnym, szczególnie podczas morskiego przewozu elementów w warunkach wilgotnych lub o wysokim zasoleniu. Należy, więc stosować odpowiednie środki osuszające (desykanty) umieszczone wewnątrz opakowania, które zmniejszą wilgoć. Po zakończeniu fazy transportu elementy ze stali nierdzewnej powinno się poddać wizualnej inspekcji, aby stwierdzić wszystkie defekty, które wymagają skorygowania.

7.3 Przenoszenie

Elementy ze stali nierdzewnej powinny być przenoszone i układane w sposób, zapewniający minimalne ryzyko ich uszkodzenia. Podczas wszystkich operacji przenoszenia i podnoszenia należy zachować szczególną ostrożność, aby nie spowodować mechanicznego uszkodzenia powierzchni. Podczas stosowania zawiesi łańcuchowych należy pamiętać, że mogą się one ześlizgnąć uszkadzając powierzchnię elemen-

Zastosowanie pasowych zawiesi i dzielnej powłoki ochronnej na elementach ze stali nierdzewnej zapobiega zanieczyszczeniu powierzchni przez cząstki metaliczne i uszkodzeniom mechanicznym.



tu. Do takich zastosowań lepiej jest stosować zawiesia z wysokowytrzymałych materiałów syntetycznych, które zmniejszą ryzyko powstania zanieczyszczeń.

Elementy stalowe uszkodzone podczas przeładunku, transportowania, składowania lub montażu muszą być przywrócone do odpowiedniego stanu jakości. Dla elementów ze stali nierdzewnej wykonanie specjalistycznych prac naprawczych bezpośrednio na placu budowy może sprawiać trudności, co powoduje konieczność powrotu uszkodzonego elementu do prac naprawczych lub nawet jego zastąpienie. W związku z tym należy położyć duży nacisk na zastosowanie sygnalizacji dźwiękowej podczas przenoszenia w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa uszkodzenia podczas tej operacji.

Szczególnie narażone na uszkodzenie są gięte na zimno cienkościennie elementy konstrukcyjne oraz arkusze blachy na pokrycia, jeżeli będą przenoszone pojedynczo. Dlatego też należy przenosić je w pakietach po kilka elementów, tak przygotowane elementy będą solidnie zabezpieczone. Ponadto trzeba, unikać lokalnych uszkodzeń na nieusztynionych krawędziach elementów w punktach podwieszenia lub innych strefach gdzie całkowita waga pakietu elementów jest skoncentrowana na jednej niewzmocnionej krawędzi.

Zmontowane elementy ze stali nierdzewnej najprawdopodobniej będą wiotkie, przez co zwiększy się ryzyko lokalnego uszkodzenia elementów podczas przenoszenia z zastosowaniem jednego punktu podwieszenia, szczególnie elementów długich. Tak jak w przypadku klasycznych konstrukcji stalowych należy rozważyć zastosowanie zawiesi belkowych oraz dodatkowego oprzyrządowania usztywniającego, co zapewni stabilność pojedynczych elementów podczas operacji podnoszenia. Pomocne mogą być również zawiesia z osłonami izolacyjnymi, ale najlepszym rozwiązaniem są zintegrowane z konstrukcją punkty podwieszenia.

Całe oprzyrządowanie stosowane do przenoszenia elementów ze stali nierdzewnej powinno być wyczyszczone na krótko przed jego zastosowaniem. Zaleca się dokładne zaplanowanie operacji przenoszenia elementów ze stali nierdzewnej, ponieważ zastosowanie oprzyrządowania do przenoszenia na innych elementach może spowodować zanieczyszczenie powierzchni stali.

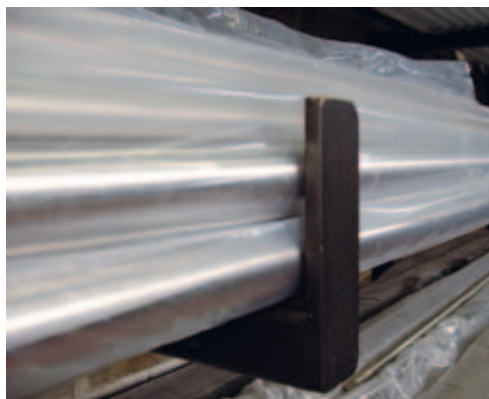
Stal nierdzewną należy chronić przed bezpośrednim kontaktem z elementami oprzyrządowania do podnoszenia ze stali węglowej.

wej jak łańcuchy, haki, taśmy wiążące, rolki lub widły wózków widłowych stosując odpowiednie materiały izolacyjne np. sklejkę, dyktę lub przyssawki do przenoszenia. Opisane wymagania należy również zamieścić w instrukcji pracy podczas operacji podnoszenia bezpośrednio na budowie oraz dołączyć do procedury montażu i stosować podczas odprawy załogi montażowej.

Stal nierdzewną należy chronić przed kontaktem z chemikaliami w tym z barwnikami, klejami, taśmą klejącą oraz nadmierną ilością olejów i smarów. W przypadku, gdy zastosowanie takich środków jest niezbędne z innych przyczyn, wymaga się skontrolowania u producenta ich przydatności do zastosowania na powierzchni stali nierdzewnej lub przetestowanie na wycinku elementu.



Zmontowane elementy muszą być chronione przed ich zanieczyszczeniem podczas składowania, przenoszenia i transportu



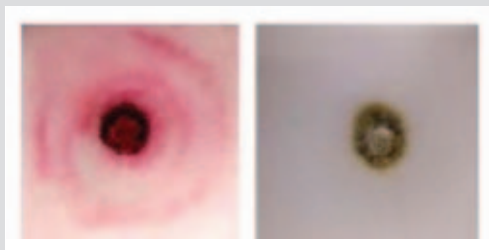
Opakowania z tworzyw sztucznych chronią profile ze stali nierdzewnej przed zanieczyszczeniem cząstkami żelaza od haków wykonanych ze stali węglowej.

Podczas operacji podnoszenie elementów ze stali nierdzewnych mogą wystąpić pewne niebezpieczeństwa dla zdrowia ludzkiego związane głównie z ostrymi krawędziami elementów. Jeżeli takich niebezpieczeństw nie można uniknąć przez zabezpieczenie ostrych krawędzi elementów to należy ustalić ich charakter i zastosować odpowiednie metody oraz wyposażenie dla personelu podczas wszystkich etapów przenoszenia i montażu.

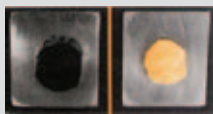
7.4 Składowanie

Elementy ze stali nierdzewnej powinny być odpowiednio starannie składowane, aby chronić ich powierzchnię przed uszkodzeniem lub zanieczyszczeniem. Zaleca się przechowywać elementy pod przykryciem w suchym miejscu szczególnie wtedy, gdy znajdują się w kartonowym opakowaniu, które może wchłaniać wodę i przebarwić powierzchnię. Elementy płaskie wykonane z blachy zaleca się przechowywać płasko na stojakach - hakach. Stosuje się stojaki do magazynowania, które powinny być zabezpieczone drewnianymi listwami, lub osłoną z tworzyw sztucznych lub gumy, co

Metody rozróżnienia gatunków stali nierdzewnej od innych metali bezpośrednio na placu budowy



Do rozróżnienia gatunków stali nierdzewnej zawierającej molibden np. 1.4401 lub 1.4404 (po lewej) od gatunków stali bez molibdenu np. 1.4301 lub 1.4307 (po prawej) można zastosować odpowiednie roztwory badawcze.



Istnieją łatwe w użyciu elektrochemiczne metody badania stali służące do określania czy gatunek stali nierdzewnej zawiera molibden (po lewej) czy nie (po prawej)



Istnieją również przenośne aparaty pomiarowe, które służą do pełnej analizy składu chemicznego materiału.



Kolor: Stal nierdzewna i stal węglowa mogą być zbliżonego koloru. Na przykład bezpośrednio po obróbce, po cięciu lub szlifowaniu trudno jest niedoświadczonemu obserwatorowi odróżnić od siebie takie elementy.

Gęstość: Istnieje bardzo niewielka różnica w gęstości pomiędzy stalą nierdzewną a stalą węglową. Stopy aluminium wykazują gęstość około jednej trzeciej gęstości stali.

Magnetyzm: Ferrytyczne i ferrytyczno – austenityczne (duplex) gatunki stali nierdzewnej są magnetyczne. Gatunki austenityczne stali nierdzewnych w stanie wyżarzonym (zmiękczająco) są nie magnetyczne, jednak posiadają tendencję do wykazywania własności magnetycznych po przeróbce plastycznej na zimno. Częstkowe przyciąganie magnetyczne wykazywane przez elementy o złożonym kształcie jest zazwyczaj niejednorodne i jest bardziej wyraziste na narożnikach elementu i w pobliżu wierconych otworów lub na obrabianych powierzchniach. Nierównomierny rozkład własności magnetycznych jest często przydatny w określeniu czy stal jest gatunku austenitycznego z powodu jej zmiennego przyciągania do magnesu, które nie występuje w przypadku innych stali nierdzewnych, stali węglowej lub metali takich jak aluminium.

Odporność korozyjne: Duże krople wody pozostawione przez noc na stali węglowej lub niskostopowej w normalnych warunkach spowodują rdzawe przebarwienie powierzchni, ale zjawisko to nie wystąpi w przypadku stali nierdzewnej.

ma zapobiec zarysowaniu i zanieczyszczeniu powierzchni przez cząstki stali węglowej i miedzi.

Długotrwałe oddziaływanie środowiska o wysokim zasoleniu lub innych silnie agresywnych środowisk korozyjnych może bardzo ujemnie wpływać, na jakość warstwy pasywnej powierzchni gatunków niskostopowych stali nierdzewnych takich jak gatunek 1.4301 (304). Z tego powodu należy ograniczyć czas składowania w takich atmosferach niskostopowych gatunków stali nierdzewnych.

Elementy złączne składowane bezpośrednio na miejscu budowy powinny być przechowywane w suchych warunkach oraz odpowiednio zapakowane i oznaczone.

Obszar składowania powinien być odpowiednio zabezpieczony przed kradzieżą elementów ze stali nierdzewnej, które są drogim materiałem a uzupełnienie zniszczeń lub ich naprawa może być bardzo kosztowna.

W kolejnej części broszury przedstawiono cztery wskazówki, na podstawie których bezpośrednio na miejscu budowy można dokonać rozróżnienia pomiędzy stalą nierdzewną a innymi metalami. Do rozróżnienia gatunków stali nierdzewnej takich jak 1.4401 i gatunków bez dodatku molibdenu jak 1.4301 można zastosować chemiczne lub elektrochemiczne zestawy pomiarowe. Istnieją również przenośne aparaty rentgenowskie, które służą do analizy składu fazowego materiałów metalowych.

7.5 Znakowanie

Zazwyczaj na zdzieralnej folii z tworzywa sztucznego zaznaczony jest kierunek walcowania lub polerowania. Należy zwrócić uwagę, aby wszystkie widoczne elementy konstrukcji były zainstalowane zgodnie z kierunkiem walcowania lub polerowania.

Wszystkie elementy przeznaczone do montażu muszą posiadać oznaczenie, które zazwyczaj jest takie same dla identycznych elementów w jednej partii. Element powinien być oznaczony zgodnie z kierunkiem montażu, jeżeli nie wynika to bezpośrednio z jego kształtu. Nie można stosować markerów zawierających chlorki lub siarczki.

Znakowanie należy umieścić, jeżeli jest to możliwe w pozycji gdzie będzie ono dobrze widoczne podczas składowania i po zmontowaniu. Znakowanie umieszczone na folii ochronnej zostanie utracone w momencie jej usunięcia.

Pod warunkiem, że po sprawdzeniu elementy zostały właściwie zmontowane na zaplanowanym miejscu można liczyć na naniesione oznaczenia, aby prześledzić zmontowane elementy.

Wymaga się zachowania szczególnej ostrożności przy umieszczeniu oznakowania, gdyż może to wpłynąć ujemnie na wygląd końcowy elementu. Należy również pamiętać, że oznakowanie umieszczone na ochronnej folii adhezyjnej może spowodować jego odbicie bezpośrednio na powierzchni stali nierdzewnej. Dlatego też zaleca się wstępnie przeprowadzenie testu na wycinku lub skrawku powłoki ochronnej.



Zazwyczaj na zdzieralnej folii z tworzywa sztucznego zaznaczony jest kierunek walcowania

8 Metody montażu

Montaż konstrukcji stalowej powinien odbywać się zgodnie z procedurą montażu i z zapewnieniem stabilności konstrukcji na każdym z etapów.

Konstrukcje ze stali nierdzewnej ogólnie nie wymagają specjalnych technik montażowych. Należy jednak zachować szczególną ostrożność podczas procesu wytwarzania, aby poszczególne elementy były proste i pozbawione nadmiernych zniekształceń spawalniczych na połączeniach (w przeciwnym razie powstaną problemy podczas montażu elementów i wzrost kosztów związany z koniecznością ich naprawy bezpośrednio w miejscu budowy). Podczas montażu konstrukcja musi być ona zabezpieczona przed wpływem występujących czasowych obciążeń montażowych włącznie z wywołanymi przez zastosowane wyposażenie i jego operatorów oraz przed wpływem obciążenia wiatru na niewykończoną konstrukcję.

Metody montażu stosowane dla stali nierdzewnych są takie same jak w przypadku konstrukcji ze stali węglowych.



Wszystkie tymczasowe mocowania i utwierdzenia powinny pozostać na miejscu do momentu, kiedy konstrukcja nie będzie na tyle zaawansowana, aby umożliwić ich bezpieczne usunięcie.

Każda z montowanych części konstrukcji powinna być wyrównana i wyregulowana jak najszybciej w wkrótce po tym końcowo zmontowana. Nie należy wykonywać stałych połączeń pomiędzy elementami do czasu jak wystarczająco dużo części konstrukcji nie zostanie wyrównanych, wyregulowanych, wypoziomowanych i czasowo połączonych, co ma zapewnić, że elementy nie ulegną przemieszczeniu podczas kolejnych etapów montażu lub wyrównywania pozostałości konstrukcji.

Wyrównywanie konstrukcji oraz brak dopasowania na połączeniach może być naprawione przez zastosowanie podkładek ustalających. Należy odpowiednio zabezpieczyć podkładki ustalające tak, aby ich nie zgubić. Dla konstrukcji ze stali nierdzewnych podkładki ustalające powinny być wykonane ze stali nierdzewnej. Powinny również wykazywać trwałość zbliżoną do trwałości konstrukcji, a jeżeli będą stosowane na wolnym powietrzu ich grubość powinna przekraczać 2 mm. Jeżeli podkładki ustalające stosuje się do wyrównywania konstrukcji dla elementów z pokryciem wierzchnim to, aby zapewnić ich wymaganą trwałość należy je również zabezpieczyć w podobny sposób.

9 Spawanie montażowe

Jeżeli wymagane jest zastosowanie spawania podczas montażu należy przestrzegać odpowiednich procedur. Norma PrEN 1090-2 obejmuje zagadnienia związane ze spawaniem włącznie z listą związanych norm Europejskich dotyczących spawania. Norma PN-EN 1011-3 [9] szczegółowo opisuje spawanie łukowe stali nierdzewnych.

Stal nierdzewną można spawać ze stalą węglową przy zastosowaniu odpowiednich technik spawania, procesów i materiałów dodatkowych (zobacz rozdział 12) [10].

We wszystkich przypadkach należy przygotować specyfikację procedury spawania,



Spawanie montażowe elementów basenu pływakiego wykonanych ze stali nierdzewnej

jako podstawę instrukcji pracy, która bazując na procedurze spawania uwzględni odpowiednie kwalifikacje personelu.

10 Ochrona powierzchni

W celu ochrony powierzchni elementów przed uszkodzeniem i zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem podczas wytwarzania, transportu i składowania bezpośrednio na placu budowy oraz montażu wymaga zastosowania specjalnych środków ochrony powierzchni, które zminimalizują, a czasem także całkowicie wykluczają konieczność czyszczenia elementów przed odbiorem końcowym konstrukcji.

Elementy, dla których jakość wyglądu zewnętrznego nie jest zbyt istotna, takie jak niewidoczne elementy konstrukcji, potrzebują mniejszej ochrony powierzchni. Drobne powierzchniowe uszkodzenia są mniej groźne i niekoniecznie obniżają odporność na korozję atmosferyczną stali nierdzewnej. Należy jednak pamiętać, że zanieczyszczenia, zwłaszcza przez cząstki metaliczne stali węglowej będą korodować i powodować przebarwienia powierzchni.

Dla elementów ze stali nierdzewnej, od których wymagana jest wysoka jakość wyglądu powierzchni, takich jak panele wewnętrzne i zewnętrzne jest kwestią zasadniczą efektywne zabezpieczenie ich powierzchni. W przeciwieństwie do stali węglowych uszkodzenia powierzchni nie można pokryć warstwą farby. Jest to szczególnie ważne dla teksturowanych, kolorowych lub malowanych powierzchni, dla których naprawa bezpośrednio na miejscu budowy zazwyczaj jest niemożliwa. Istotne jest, więc właściwe zaplanowanie prac zgodnie z procedurą montażu oraz zastosowanie kompetentnego personelu z doświadczeniem w manipulowaniu i montażu takich elementów.

Zabezpieczenie powierzchni zazwyczaj odbywa się przez umieszczenie na elementach zdzieralnej folii z tworzywa sztucznego. Zastosowana folia musi być łatwa w nałożeniu i usunięciu z powierzchni bez pozostawienia

zanieczyszczeń. Wybierając folię ochronną należy skonsultować się z jej producentem, odnośnie doboru właściwego materiału, typu zastosowanego kleju oraz maksymalnego czasu aplikacji folii. Długotrwałe oddziaływanie ciepła, światła słonecznego lub naprężeń może powodować trudności z usunięciem folii ochronnej, a także pozostawić ślady po kleju, a to doprowadzi do problemów z oczyszczeniem powierzchni stali nierdzewnej. Zjawiska takie są bardziej niepokojące, jeżeli budynek znajduje się w regionie świa-



Do zastosowań zewnętrznych folia ochronna powinna być trwała, odporna na promienie UV oraz rozerwanie (po lewej). Folia ochronna z tworzywa sztucznego do zastosowań wewnętrznych wystawiona na długotrwałe oddziaływanie światła słonecznego może być trudna w zdjęciu i pozostawić na powierzchni stali nierdzewnej pozostałości kleju, które są czasochłonne w usunięciu (po prawej).



ta o dużym nasłonecznieniu. Producenci folii ochronnych typowo udzielają gwarancji na 6 miesięcy, zarówno na zastosowany klej jak i tworzywo sztuczne (od momentu nałożenia folii podczas produkcji elementu do jej usunięcia w trakcie montażu).

Zaleca się określenie najniższego możliwego stopnia przyczepności koniecznego do spełnienia wymagań projektu. Nie można jednak w tym przypadku polegać na wcześniejszych doświadczeniach i zaleca się wykonanie testu na odcinku próbnym w symulowanych warunkach eksploatacyjnych.

Jeżeli w pobliżu elementów, z których usunięto folię ochronną prowadzi się jeszcze prace konstrukcyjne, to należy rozważyć ponowne jej nałożenie w miejscach podatnych na uszkodzenie do czasu zakończenia wszystkich prac.

Istnieje ścisła zależność między folią a typem zastosowanego kleju, stopniem przyczepności i grubością folii. W celu określenia najbardziej optymalnej kombinacji należy uwzględnić następujące czynniki:

- Zabezpieczenie przed uszkodzeniem mechanicznym, spełniające wymagania wszystkich etapów przenoszenia i możliwości zarysowania lub uderzenia zarówno w warsztacie jak i podczas transportu na plac budowy
- Zabezpieczenie przed lotnymi i płynnymi zanieczyszczeniami, takimi jak alkaiczny pył betonowy powstający na placu budowy lub kwaśne deszcze
- Wymagania, co do odporności na degradację pod wpływem promieniowania UV podczas składowania i po zmontowaniu
- Typ powierzchni, na której będzie aplikowana folia (wymagany stopień przyczepności jest związany z powierzchnią styku powierzchni i grubością stali)
- Koszt.

W szczególnych przypadkach prawdopodobieństwo fizycznego uszkodzenia od innych operacji konstrukcyjnych można zmniejszyć przez osłonięcie danego miejsca i wyznaczenie strefy ochronnej wokół niego, być może z przepustką do wykonywania prac, jeżeli inne operacje muszą odbywać się w wyznaczonej strefie.

Powłoki ochronne stosowane na elementach architektonicznych muszą spełniać warunki długookresowego oddziaływania na czynniki atmosferyczne i światło słoneczne. W niektórych przypadkach np. dla grubszych lub cięższych elementów można zastosować podwójną warstwę folii ochronnej, co zapewni dodatkową ochronę.

Często konieczne będzie miejscowe usu-

nięcie folii ochronnej, np. w miejscach przeznaczonych do spawania, ale po wykonaniu takiej operacji i oczyszczeniu powierzchni należy ponownie nałożyć warstwę materiału ochronnego. Folię ochronną należy pozostawić na elementach jak najdłużej i najlepiej całkowicie usunąć bezpośrednio przed odbiorem końcowym. Usuwając folię z budynku należy rozpocząć od górnych partii i przemieszczać się ku dołowi, sprawi to, że spadające zanieczyszczenia będą opadać na zabezpieczone folią elementy.



Folia ochronna może pozostawać na powierzchni podczas większości operacji montażu i obróbki elementów. W celu spawania elementów i dalszego oczyszczania strefy połączenia, należy ją miejscowo usunąć.

11 Czyszczenie przed odbiorem końcowym

Elementy ze stali nierdzewnej użyte do budowy „niewidocznych” konstrukcji będą wymagały minimalnego czyszczenia. Z powierzchni należy usunąć powstałe zanieczyszczenia i osady z pyłu.

Elementy, które posiadały ochronną warstwę folii zazwyczaj nie wymagają dodatkowego czyszczenia.

Jeżeli elementy ze stali nierdzewnej nie były pokryte zdzieralną folią ochronną lub po jej usunięciu przez jakiś czas były pozostawione na oddziaływanie czynników zewnętrznych to powinno się je oczyścić przed odbiorem końcowym. Zapewni to maksymalną odporność korozyjną i estetyczny wygląd powierzchni.

W zależności od wykończenia powierzchni, zagrożenia korozyjnego oraz funkcji elementu, stosuje się różne metody czyszczenia. Metoda czyszczenia powinna być dokładnie określona w instrukcji pracy i dołączona do ogólnej procedury montażu.

Typowa metoda czyszczenia płam z powierzchni walcowanej na zimno stali nierdzewnej (2B) przebiega następująco:

- Płukanie wodą w celu usunięcia luźnych zanieczyszczeń.
- Mycie wodą z mydłem; detergentem lub 5% amoniakiem, w razie potrzeby użyć szczotki o miękkim i długim włóknie.
- Dokładne płukanie czystą wodą.
- W razie potrzeby zanieczyszczenia usuwać strumieniem wody, strumień prowadzić z góry do dołu.

Wszystkie zastosowane materiały i szczotki nie mogą zawierać i powodować zanieczyszczenia chlorkami.

Podczas czyszczenia wykończonych powierzchni ruchy powinny być zgodne z kierunkiem wzoru.

Jeżeli podejrzewa się zanieczyszczenie cząstkami żelaza można zastosować metody wykrywania – określone w normie ASTM A380 [11] - i usuwania takich zanieczyszczeń bezpośrednio na miejscu budowy.

Pozostałości cząstek żelaza można także usunąć w procesach trawienia i pasywacji po uprzednim odtłuszczeniu (usunięciu smarów, olejów i innych zanieczyszczeń organicznych).

Wiele z metod czyszczenia stosowanych na klasycznie wykończonych powierzchniach stali nierdzewnej nie nadaje się do zastosowania na powierzchniach chemicznie barwionych/malowanych. W takim przypadku należy zwrócić się o wytyczne do dostawcy. Naprawa powierzchni o takich wykończeniach jest zazwyczaj niemożliwa bezpośrednio na miejscu budowy i dlatego należy dokładnie zaplanować operacje przenoszenia i montażu elementów tak, aby uniknąć ich uszkodzenia.

Roztwory silnych kwasów (na bazie chlorków) są czasem stosowane do czyszczenia elementów elewacji i ceramiki budowlanej. Dlatego nie można dopuścić do ich kontaktu z żadnym z metali tym bardziej stalą nierdzewną. Jeżeli już dojdzie do takiego zanieczysz-

czenia powierzchnię elementu należy natychmiast sputkać dużą ilością wody. Wszystkie operacje związane z układaniem płytek ceramicznych i ich czyszczeniem powinny być więc zakończone przed montażem sąsiednich elementów ze stali nierdzewnej takich jak listwy przyścienne i inne podłogowe i naścienne elementy zabezpieczające. W innym razie będą wymagane dodatkowe środki kontroli, w jaki sposób substancje płynne są rozprowadzane w obszarach gdzie zamontowano już elementy ze stali nierdzewnej. Zabetonowanie elementów konstrukcyjnych ze stali nierdzewnej powoduje ich bezpośredni kontakt z substancjami alkalicznymi, a skutki takiego zjawiska muszą być także dokładnie przeanalizowane.

Należy zwrócić szczególną uwagę, aby żaden z zastosowanych środków czyszczących nie wpływał negatywnie na otaczające materiały w tym ściany, inne metale, materiały izolacyjne lub mieszanki uszczelniające [12,13].



Miejscowe nacieki korozyjne zostały spowodowane przez zanieczyszczenia cząstkami metalicznymi od tarczy szlifierskiej, którą wcześniej obrabiano stal węglową (po lewej). Występujące zanieczyszczenia cząstkami żelaza można usunąć w procesie trawienia bezpośrednio na placu budowy (po prawej) [12].

12 Kontakt między różnymi metalami

Podczas kontaktu różnych metali ze sobą w obecności wilgoci istnieje ryzyko wystąpienia korozji bimetalicznej (galwanicznej). Aby zapobiec takiemu zjawisku należy unikać bezpośredniego kontaktu między stalą nierdzewną, a innymi metalami i ich stopami. W przypadku, gdy takiego kontaktu nie da się uniknąć to należy umieścić izolator między materiałami, choć nie jest to zawsze konieczne w środowisku nienarażonym na korozję i w niektórych przypadkach bywa niepraktyczne. Innym sposobem ochrony jest zapobieganie dostępowi wody do elementów, która może oddziaływać jak elektrolit.

Zastosowana metoda przeciwdziałania korozji lub zapobiegania przed dostępem wody do elementów będzie uzależniona od

cech danego rozwiązania konstrukcyjnego i powinno się ją uzgodnić z dostawcą stali. Jednak takie metody mogą okazać się trudne do prawidłowego wdrożenia i wymagać wysokiej dbałości o szczegóły. Rysunek na drugiej stronie przedstawia szczegóły izolacji w połączeniu śrubowym wraz z wskazówkami dotyczącymi montażu.

Jeżeli stal nierdzewna ma być spawana ze stalą węglową to zastosowana warstwa ochronna musi się rozciągać na elemencie ze stali węglowej przez całą strefę spawania i zachodzić, co najmniej 20 mm w głąb elementu ze stali nierdzewnej z odpowiednio założoną warstwą materiału powlekającego na zakładkę.

Korozja bimetaliczna

Jeżeli dwa różne metale znajdują się w środowisku elektrolitu to istnieje możliwość przepływu prądu elektrycznego od metalu mniej szlachetnego (anody) do metalu bardziej szlachetnego (katody), a metal anodowy będzie korodował szybciej niż gdyby metale się nie stykały. Zjawisko to jest nazywane korozją bimetaliczną (galwaniczną). Stale nierdzewne w parach elektrochemicznych zazwyczaj stanowią materiał katodowy i w takim połączeniu to ten drugi metal będzie narażony na korozję.

Do typowych elektrolitów spotykanych w budownictwie należy deszcz i skroplona para wodna. Szybkość korozji w takich warunkach jest uzależniona od wielkości powierzchni styku, temperatury i składu chemicznego elektrolitu. Ogólne oddziaływanie metali w warunkach korozji bimetalicznej opisano w normie BS PD 6484 „Korozja bimetaliczna i jej zapobieganie” [14].

W połączeniach mechanicznych konstrukcji ze stali nierdzewnej elementy złączne

powinny wykazywać równą lub wyższą odporność korozyjną od odporności łączonych elementów. Pomyłką jest stosowanie elementów złącznych z innych materiałów niż stale nierdzewne do łączenia stali nierdzewnej np. galwanizowanych śrub lub aluminiowych nitów. Większa powierzchnia materiału szlachetnego (katody) w stosunku do materiału anodowego powoduje ryzyko wystąpienia korozji bimetalicznej. Niekorzystnie wpływa stosunek powierzchni elementów w przypadku, gdy stal nierdzewna (metal szlachetny) jest łączona z mniej szlachetnym materiałem np. aluminiowym nitem, przyspiesza to korozję złącza. Galwanizowane śruby mogą skorodować zbyt szybko, jeżeli zostaną użyte do łączenia blach ze stali nierdzewnej. Ważne jest by do łączenia elementów ze stali nierdzewnych stosować elementy złączne również ze stali nierdzewnych.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że korozja bimetaliczna jest rzadkim zjawiskiem, w przypadku łączenia ze sobą różnych gatunków stali nierdzewnej.

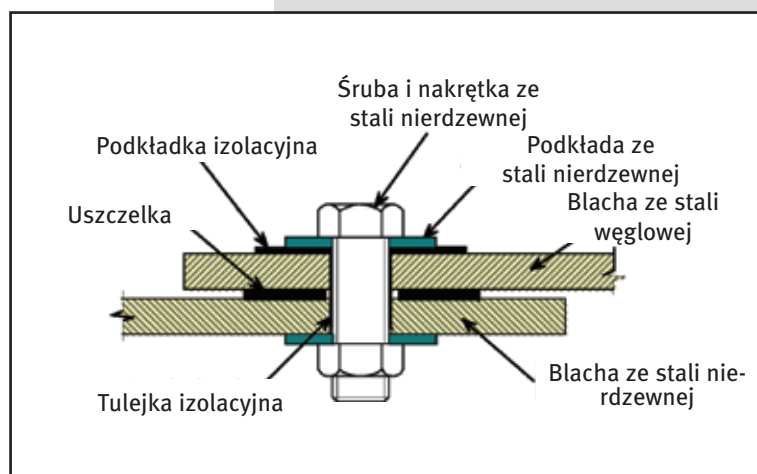
Elementy złączne z innych metali niż stal nierdzewna zastosowane do łączenia paneli ze stali nierdzewnej ulegają przyspieszonej korozji.



Wskazówki dotyczące montażu

1. Podczas montażu elementów materiały izolacyjne należy instalować zgodnie z przeznaczeniem i unikać ich uszkodzenia.
2. Połączenia śrubowe są jednym z wielu rodzajów możliwych typów połączeń elementów. W takim przypadku należy zadbać o prawidłowe wykonanie połączenie, wyrównanie przy użyciu klinów i dokręcenie odpowiednim kluczem.
3. Jeżeli występuje pojedyncze połączenie śrubowe również należy zadbać o prawidłowe wyrównanie elementów przy użyciu klinów i dokręcenie odpowiednim kluczem. W takim przypadku może wystąpić konieczność zastosowania dodatkowego oprzyrządowania, aby utrzymać łączone części w równej pozycji podczas montażu pojedynczej śruby. Jest niedopuszczalne skręcanie połączenia samą śrubą bez podkładki, ponieważ zniszczy to podkładkę izolacyjną.
4. Przed zmontowaniem połączenia podkładki izolacyjne z obu stron śruby powinny być odpowiednio wyrównane. Taka konieczność może wymagać utwardzenia podkładki na odpowiednim miejscu przy pomocy kleju, który nie może wpływać na długookresową integralność materiału uszczelnienia.
5. Po dopasowaniu połączenia należy sprawdzić otwór czy jest dobrze umiejscowiony i czy tulejka izolacja nie wystaje przez niego, co mogłoby spowodować jej uszkodzenie po wprowadzeniu śruby.
6. Prawidłowe umiejscowienie powinno zapewnić odpowiedni prześwit pomiędzy samą śrubą a wewnętrzną średnicą otworu tak, aby dostosować grubość tulei izolacyjnej i uzyskać odpowiednie tolerancje oraz pewien trwały brak idealnego dopasowania między otworem, a łączonymi blachami. Można to sprawdzić podczas montażu próbnego typowych połączeń przed rozpoczęciem prac eksploatacyjnych.
7. Po zmontowaniu każdej ze śrub nie powinno się ich zbyt mocno dokręcać do momentu, aż wszystkie śruby nie będą na swoim miejscu. Następnie śruby powinny być dokręcone w odpowiedniej kolejności tj. poczynając od środkowej w stronę skrajnych.
8. Należy uważać, aby zbyt mocno nie dokręcić śrub, ponieważ może to spowodować zgniecenie i zniszczenie podkładek oraz uszczelek izolacyjnych. Odpowiednia kontrola momentu obrotowego klucza może wymagać zastosowania kalibrowanych kluczy dynamometrycznych lub procedur opracowanych na podstawie zdobytych doświadczeń podczas montażów próbnych używając odpowiedniej wielkości klucza maszynowego.
9. Po zakończeniu montażu lub po pewnym okresie użytkowania można sprawdzić integralność izolacji używając miernika oporu elektrycznego bądź oporności izolacyjnej. Jedną metodą taką zapewnia wiarygodne rezultaty jedynie w bardzo suchych warunkach i w przypadku braku żadnych alternatywnych źródeł przewodnictwa elektrycznego przez połączone elementy konstrukcyjne.

Podkładki ze stali nierdzewnej i tulejka izolacyjna izolują parę elektrochemiczną i przeciwdziałają korozji bimetalicznej



13 Instalacje z paneli

13.1 Spójność powierzchni

Jest szczególnie ważne, aby zapewnić właściwe warunki przechowywania i przenoszenia elementów cienkościennych, ponieważ są one bardziej narażone na uszkodzenia.

Nieznaczne odstępstwa w etapie przetwarzania mogą powodować niewielkie zmiany w wykończeniu powierzchni. Na przykład materiał polerowany nową ściernicą będzie wyglądał nieco inaczej od materiału polerowanego już używanym ścierniwem. Dlatego zaleca się, aby sąsiednie panele na zmontowanej konstrukcji były wykonane podobnymi materiałami w kolejnych etapach wytwarzania. Elementy takie jak panele lub kasetony powinny być odpowiednio oznaczone a następnie zainstalowane i wyrównane zgodnie z oryginalnym kierunkiem walcowania stali. Elementy należy montować zgodnie ze znacznikiem na zwoju blachy do góry lub do dołu nigdy nie na przemian. Należy, więc zadbać, aby dostarczający stal nierdzewną zakład produkcyjny zaznaczył kierunek walcowania na spodzie blachy, zarówno na panelach jak i na folii ochronnej (w ostatnim przypadku warunek ten jest zazwyczaj spełniony,

ponieważ folia posiada wstępnie drukowane oznaczenie). Każdy panel zainstalowany w odwrotnym kierunku będzie inaczej odbijał światło słoneczne i wyglądał inaczej niż reszta elewacji. Ta reguła ma zastosowanie również do powierzchni o wykończeniu prostym, polerowanym, barwnym i teksturowanym.

13.2 Płaskość powierzchni

Zbyt mocne przykręcenie paneli do konstrukcji może powodować ich zniekształcenie. Wklęsłość powierzchni w miejscu łączenia można uniknąć w następujący sposób:

- zwiększyć grubość blachy,
- umieścić podkładkę wzmacniającą pod łeb śruby,
- blach ze stali nierdzewnej mocować od wewnętrznej strony do kształtowników kapeluszowych (nakrętka jest dokręcana do takiego kształtownika, więc nacisk od niej będzie się rozkładać na większym obszarze powierzchni czołowej),
- doczołowe zgrzewanie kołków: kołki można zgrzewać do blachy nierdzewnej o praktycznie każdej grubości, a miejscowe przebarwienie powierzchni są w tym



Połączenie blach pochodzących z różnych partii materiału może prowadzić do nieprawidłowego wyglądu zewnętrznego



Zastosowanie stali nierdzewnej pochodzącej z jednej partii materiału i jednego dostawcy zapewnia spójny wygląd powierzchni.

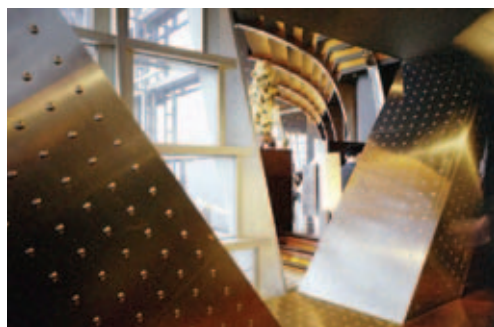


Efekt usztywnienia krawędzi zapewnia optyczną płaskość powierzchni

przypadku nieuniknione. Dla cienkich sekcji efekt teleskopowego rozmieszczenia paneli będzie bardziej widoczny szczególnie na powierzchniach o wysocym odblaskowym wykończeniu. Jeżeli zamierza się go ograniczyć należy zwiększyć grubość blachy i wielkość kotków oraz odpowiednio zmienić ich położenie. Cienkościenne panele ze stali nierdzewnej o odblaskowym wykończeniu zastosowane na dużych powierzchniach mogą wizualnie sprawiać wrażenie zniekształconych lub pofalowanych. Architektoniczne panele dekoracyjne o dużych wymiarach są szczególnie narażone na takie zjawiska. Im jaśniejsza jest powierzchnia wykończenia tym większe będą wymagania odnośnie płaskości i skłonność do efektu pofalowania takiej powierzchni. Pofalowanie powierzchni można być spowodowane między innymi przez niedostateczną płaskość zastosowanej blachy oraz wynikać z procesów cięcia, kształtowania, spawania, przenoszenia i montażu. Podczas etapu formowania paneli mogą także wystąpić naprężenia ściskające w kierunku wzdłużnym, które również mogą powodować wygięcie blach.

Pofalowania powierzchni można uniknąć przez:

- zastosowanie paneli lekko wklęsłych, co wyeliminuje odbłaski powierzchni płaskich,
- użycie podkładu ze sztywniejszego mate-



Zastosowanie kształtowanych paneli i paneli o wykończeniu wzorzystym zmniejsza wrażliwość na optyczną niespójność płaskości powierzchni.

- riatu dla cienkościennych elementów,
- stosowanie paneli o płytko tłoczonym wykończeniu powierzchni,
- przełamanie ciągłych powierzchni refleksyjnym elementem o mniej odblaskowym lub teksturowanym wykończeniu powierzchni, a także kombinacją różnych wykończeń,
- użycie relatywnie grubszych elementów, które będą mniej narażone na wygięcie.

Ze względu na pokrycie powierzchni blach ze stali nierdzewnej folią ochronną nie zawsze można wykryć ich deformację.

Austenityczne stale nierdzewne charakteryzują się niższą przewodnością cieplną i wyższą rozszerzalnością cieplną w porównaniu do stali węglowych, co może powodować lokalne naprężenia prowadzące do ich deformacji. Dlatego zaleca się, aby powierzchnie z paneli nie były zbyt dużych rozmiarów, a przy ich montażu należy pozostawić przerwy kompensacyjne na ich rozszerzalność cieplną. Obszerne panele są często mocowane w jednym punkcie ustalającym, na otworze o dokładnych tolerancjach, a kolejne otwory mocuje się dowolnie w innych miejscach.

13.3 Czystość powierzchni

Cienkościenne zimno walcowane wyroby często posiadają lepsze gatunkowo wykończenia powierzchni. Podczas przenoszenia takich elementów należy stosować rękawice ochronne, aby nie pozostawić śladów palców na powierzchni. Takie zabrudzenia można usunąć łagodnym rozpuszczalnikiem organicznym z kolejnym czyszczeniem ciepłą wodą z detergentem, a czasem wystarczy czyszczenie samym detergentem. Na zakończenie czyszczenia powierzchnię należy dokładnie splotać wodą i osuszyć.

Lista kontrolna:**Właściwa komunikacja między projektantem a wykonawcą**

Opracowanie krótkiej listy kontrolnej zadań ułatwia właściwe porozumienie pomiędzy stronami, w tym architektami i inżynierami budowlanymi z jednej strony, a dostawcami i wykonawcami konstrukcji stalowych z drugiej. Taka lista kontrolna powinna dotyczyć następujących zagadnień:

- Czy gatunek stali nierdzewnej został określony zgodnie z oznaczeniem wg normy PN-EN 10088 Część 1 [15]?
- Czy rodzaj wykończenia powierzchni został określony zgodnie z normą PN-EN 10088 Część 2 [16], a jego próbki zostały zatwierdzone przez architekta i dostawcę?
- Czy zapewniono, że materiał na szczególnie widoczne elementy będzie pochodził z tej samej partii?
- Czy podjęto odpowiednie środki ostrożności, co do prawidłowego umiejscowienia elementów dekoracyjnych zgodnie z kierunkiem walcowania?
- Czy w projekcie uniknięto obszarów wnek i zagłębień, w których później może zbierać się brud i wilgoć?
- Czy wykonawca wykazał się doświadczeniem w pracy ze stalą nierdzewną we wcześniejszych projektach?
- Czy wykonawca oddziela miejsca obróbki stali węglowej i stali nierdzewnej oraz stosuje oddzielny zestaw narzędzi ręcznych do ich obróbki?
- Czy zapewniono, że do łączenia ele-

mentów ze stali nierdzewnych stosuje się tylko elementy złączne ze stali nierdzewnych?

- Czy w przypadku styku różnych metali (np. stali nierdzewnej ze stalą węglową lub aluminium) zostało wyeliminowane ryzyko wystąpienia korozji galwanicznej przez zabezpieczenie przed elektrycznym przewodnictwem między materiałami?



Kształtowane elementy ze stali nierdzewnej wydajnie maskują wgniecenia oraz zapewniają regularny wygląd powierzchni

14 Elementy złączne

Właściwa instalacja elementów złącznych ze stali nierdzewnej jest czynnikiem decydującym o jakości wykonania montowanych elementów. Jest to szczególnie ważne ze względu na zjawisko zatarcia podczas dokręcania złączy i korozję cierną. Zatarcie się powierzchni występuje, kiedy cienka warstwa pasywna stali zostaje uszkodzona i materiały stykają się bezpośrednio ze sobą. W takim przypadku może dojść do zjawiska zgrzania zgniotowego w stanie stałym (materiał przenoszony jest z jednej powierzchni na drugą). Wynikiem takiego zjawiska jest zniszczenie powierzchni oraz zatarcie i unieruchomienie oprzyrządowania roboczego. Sytuacja taka może wystąpić podczas dokręcania ze zbyt wysokim momentem obrotowym złączy ze śrub i nakrętek ze stali nierdzewnej.

Podczas przenoszenia i składowania elementów złącznych należy zadbać, aby nie zanieczyścić gwintów, szczególnie piaskiem oraz ich nie uszkodzić. Jeżeli skręcane połączenia gwintowe mają gwint zanieczyszczony przez piasek lub inne drobne zanieczyszczenia mechaniczne, wtedy znacznie wzrasta prawdopodobieństwo ich zatarcia i zakleszczenia elementu łącznego.

Metody ograniczające zatarcie elementów złącznych:

Zastosowanie gwintów walcowanych

Elementy złączne z gwintem walcowanym są mniej podatne na zjawisko zatarcia w porów-

naniu do gwintów maszynowych, ponieważ mają gładszy kształt powierzchni gwintu.

Dokręcać z prawidłowym momentem obrotowym

Zbyt mocne dokręcenie zwiększa prawdopodobieństwo zatarcia się elementu łącznego; śruby powinny być dokręcane z odpowiednim momentem obrotowym za pomocą klucza dynamometrycznego.

Smarowanie

Zastosowanie past smarnych podczas skręcenia elementów złącznych ogranicza możliwość zatarcia się i zakleszczenia elementów. Na rynku jest dostępnych wiele typów smarów do takich zastosowań o odpowiednio dobranej kompozycji. Należy również mieć na uwadze, że natłuszczenie śrub smarem może powodować ich zanieczyszczenie i sprawiać problemy z przechowywaniem w takim stanie. Wkręty ze stali nierdzewnej są również dostarczane z dodatkową powłoką cynkową, która także daje efekt smarowania elementów.

Modyfikacja twardości

Zjawisko zatarcia połączenia można ograniczyć przez zastosowanie różnych gatunków stali nierdzewnej o odmiennym składzie, stopniu umocnienia i twardości (np. kombinacje gatunków dla śrub i nakrętek A2-C4, A4-C4 lub A2-A4 zgodnie z normą EN ISO 3506-1 i 2 [17]). W surowych warunkach eksploatacyjnych, gatunki stali o wysokim stopniu umocnienia można stosować na jeden z elementów takiego połączenia lub zastosować elementy o utwardzonej warstwie wierzchniej np. przez azotowanie lub chromowanie galwanicznie. Stosując połączenia różnych metali lub warstw ochronnych należy koniecznie zapewnić wymaganą odporność korozyjną złącza.



Do łączenia paneli ze stali nierdzewnej należy stosować tylko elementy złączne wykonane ze stali nierdzewnych, co zapobiegnie korozji galwanicznej.



Elementy złączne ze stali nierdzewnej mogą stanowić element dekoracyjny

15 Literatura

- [1] CUNAT, Pierre-Jean, "Stainless Steel as a Lightweight Material for the Building Envelope", *Proceedings of the conference Stainless Steel in Structures*, Bruxelles : Euro Inox, 2000 ; dostępne również online na www.euro-inox.org
- [2] *Structures en acier inoxydable – Guide de conception, Troisième édition* (Série Bâtiment, Vol. 11), Luxembourg / Londres: Euro Inox et The Steel Construction Institute, 2006
- [3] [3]PN-EN 1991-1-6: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-6: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania podczas wykonywania, PKN 2005
- [4] prEN 1090 – 2 *Exécution des structures en acier et des structures en aluminium. Exigences techniques pour l'exécution des structures en acier*, Kwiecień 2005
- [5] ENV 1090 – 6, *Exécution des structures en acier. Règles complémentaires pour l'acier inoxydable*, Styczeń 2000
- [6] PN-EN 1991: 2005, *Oddziaływania na konstrukcje, Części 1-6 Oddziaływania ogólne - Oddziaływania podczas wykonywania*, PKN, 2005
- [7] *Tables of Technical Properties* (Materials and Applications Series, Volume 5), Luxembourg: Euro Inox 2004; dostępne również online jako baza danych na www.euro-inox.org
- [8] *Prezentacja multimedialna przedstawiająca ochronę stali nierdzewnych przed korozją*, Euro Inox 2000, CD-ROM et DVD
- [9] PN-EN 1011-3: 2002, *Wytyczne dotyczące spawania metali, Część 3: Spawanie łukowe stali nierdzewnych*, PKN, 2002
- [10] CUNAT, Pierre-Jean, *Spawanie stali nierdzewnych* (Seria: materiały i zastosowania, księga 3), Luxembourg : Euro Inox deuxième édition 2007
- [11] ASTM A 380, *Practice for cleaning and descaling stainless steel parts, equipment and systems*, ASTM, 1994
- [12] CROOKES, Roger, *Wytrawianie i pasywacja stali nierdzewnych* (Seria: materiały i zastosowania, księga 4), Luxembourg: Euro Inox 2004
- [13] *Poradnik dla robót wykończeniowych z zastosowaniem stali nierdzewnych* (Seria budowlana, księga 1): Euro Inox 2002
- [14] BS PD 6484, *Commentary on corrosion at bimetallic contacts and its alleviation*, British Standards Institute, 1980
- [15] PN-EN 10088-1: 2007, *Stale odporne na korozję, Część 1: Gatunki stali odporne na korozję*, PKN, 2007
- [16] PN-EN 10088-2: 2007, *Stale odporne na korozję, Część 2: Warunki techniczne dostawy blach i taśm ze stali nierdzewnych ogólnego przeznaczenia*, PKN, 2007
- [17] PN-EN ISO 3506, *Własności mechaniczne części złącznych ze stali nierdzewnych, odporne na korozję, Część 1: Śruby i śruby dwustronne, Część 2: Nakrętki*, PKN, 2002

ISBN 978-2-87997-288-6