

Szczegółowa specyfikacja techniczna
wykonania i odbioru robót

01-03 Elementy konstrukcji stalowych i ich zabezpieczenie
antykorozyjne

**„ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I ADAPTACJA DAWNEGO KINOTEATRU „WŁÓKNIARZ” WRAZ Z
JEGO OTOCZENIEM NA CELE KULTURALNE”**

Kod CPV 45262210-6

Spis treści

Spis treści	2
1. Wstęp	6
1.1. Przedmiot i zakres robót budowlanych	6
1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	6
1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	6
1.4. Określenia podstawowe	7
1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót	7
2. Materiały	7
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów i urządzeń	7
2.2. Wyroby hutnicze	8
2.3. Materiały dodatkowe do spawania	8
2.4. Łączniki mechaniczne	9
2.5. Materiały do powłok ochronnych	9
2.6. Stal konstrukcyjna	10
2.6.1. Stal. Stałe materiałowe i cechy mechaniczne	10
2.7. Tryb postępowania przy dostawach stali	11
2.7.1. Materiały spawalnicze i śruby montażowe	12
2.8. Identyfikacja (znakowanie)	12
3. Sprzęt	13
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	13
3.2. Sprzęt do montażu konstrukcji stalowych	13
4. Transport i składowanie	13
4.1. Transport od dostawcy i składowanie stali konstrukcyjnej u Wytwórcy	13
4.2. Transport konstrukcji na miejsce montażu	14
4.3. Odbiór konstrukcji po rozładunku	14
4.4. Likwidacja uszkodzeń transportowych	15
4.5. Składowanie materiałów i konstrukcji	15
5. Wykonanie robót	16
5.1. Wymagania ogólne	16
5.1.1. Klasyfikacja konstrukcji stalowych	16
5.1.2. Wymagania w stosunku do Wytwórcy stalowych konstrukcji i Wykonawcy montażu	16
5.1.3. Program wytwarzania konstrukcji w Wytwórni	16
5.1.4. Program montażu i scalania konstrukcji na miejscu budowy	17
5.1.5. Kontrola wykonywanych Robót	17

5.1.6.	Dziennik wytwarzania konstrukcji i Dziennik Budowy... Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.	
5.2.	Obróbka elementów	18
5.2.1.	Sprawdzenie wymiarów wyrobów ze stali konstrukcyjnej.....	18
5.2.2.	Cięcie elementów i obrabianie brzegów.....	18
5.2.3.	Wykonywanie otworów i powierzchni docisku.....	19
5.2.4.	Prostowanie i gięcie elementów.....	20
5.3.	Dopuszczalne odchyłki	20
5.3.1.	Dopuszczalne odchyłki wymiarów liniowych	20
5.3.2.	Dopuszczalne odchyłki prostości	21
5.3.3.	Dopuszczalne skrócenie przekroju	21
5.3.4.	Dopuszczalne odchyłki swobodne kształtu przekroju.....	21
5.3.5.	Dopuszczalne odchyłki kształtu przekroju w obrębie styków.....	21
5.3.6.	Dopuszczalne załamanie przy spoinie czołowej	22
5.3.7.	Usuwanie przekroczonych odchyłek.....	22
5.4.	Czyszczenie powierzchni i brzegów.....	22
5.5.	Składanie konstrukcji – spawanie	22
5.5.1.	Spawanie. Wymagania ogólne	22
5.5.2.	Plan spawania	24
5.5.3.	Czynności poprzedzające wykonanie robót	25
5.5.4.	Przygotowanie do spawania	25
5.5.5.	Wykonywanie spawania	25
5.5.6.	Usuwanie odkształceń konstrukcji po spawaniu.....	28
5.6.	Połączenia zgrzewane, zgrzewanie i przypawanie kołków.....	29
5.7.	Połączenia na łączniki mechaniczne.....	29
5.7.1.	Wymagania ogólne.....	29
5.7.2.	Połączenia na śruby	29
5.7.3.	Metoda kontrolowanego momentu dokręcenia	31
5.7.4.	Metoda kontrolowanego obrotu nakrętki	31
5.7.5.	Metoda kombinowana	31
5.7.6.	Metoda bezpośrednich wskaźników napięcia	32
5.7.7.	Powierzchnie styku w połączeniach ciernych.....	32
5.7.8.	Połączenia na śruby pasowane i sworznie.....	33
5.8.	Próbny montaż konstrukcji stalowej.....	33
5.8.1.	Próbny montaż	33
5.8.2.	Zabezpieczenie antykorozyjne przed wysyłką	34
5.9.	Montaż i scalanie konstrukcji na placu budowy.....	34

5.9.1. Ustalenia dotyczące metod montażu	34
5.9.2. Składowanie konstrukcji na placu budowy	35
5.9.3. Przemieszczanie elementów konstrukcji do ostatecznego ich położenia	35
5.9.4. Wykonanie połączeń tymczasowych.....	35
5.9.5. Wykonanie połączeń stałych na miejscu budowy.....	35
5.9.6. Podpory konstrukcji	36
5.9.7. Zakotwienia śrubowe	36
5.9.8. Prace montażowe.....	36
5.9.9. Zabezpieczenie antykorozyjne po montażu	37
5.9.10. Rusztowania montażowe	37
5.9.11. BHP i ochrona środowiska.....	37
5.10. Ochrona przed korozją i ochrona przeciwogniowa.....	38
5.10.1. Wymagania ogólne	38
5.10.2. Przygotowanie powierzchni	39
5.10.3. Wykonywanie powłok	39
5.10.4. Zalecenia szczegółowe.....	40
6. Kontrola jakości	41
6.1. Obowiązki Wykonawcy	41
6.2. Sprawdzenie jakości materiałów	41
6.2.1. Badania kontrolne stali	41
6.2.2. Badania kontrolne.....	41
6.2.3. Badanie materiałów spawalniczych (spoiwa)	41
6.3. Sprawdzenie wymiarów konstrukcji	42
6.3.1. Tolerancje montażu - Odchyłki wytwarzania	42
6.3.2. Elementy i części składowe	42
6.3.2.1. Środniki i żebra usztywniające	43
6.3.3. Otwory, wycięcia i krawędzie czołowe	43
6.3.4. Powierzchnie styków dociskowych	44
6.3.5. Tolerancje montażu - Połączenia doczołowe	44
6.4. Badanie spoiwa i złączy spawanych	45
6.4.1. Ocena po wykonaniu spawania	45
6.5. Badanie połączeń na łączniki mechaniczne	46
6.5.1. Ocena połączeń śrubowych niesprężanych	46
6.5.2. Ocena połączeń śrubowych sprężanych.....	46
6.5.3. Ocena połączeń na śruby pasowane i sworznie	46
6.6. Badanie cięcia termicznego elementów	46

6.7.	Twardość lokalna.....	47
6.8.	Kształt otworów	48
6.9.	Ocena zabezpieczania powierzchni.....	48
6.10.	Ocena montażu konstrukcji	49
6.10.1.	Wymagania ogólne.....	49
6.10.2.	Pomiary kontrolne.....	50
6.11.	Ocena wyników badań.....	50
7.	Odbiór robót	50
7.1.	Wymagania ogólne.....	50
7.2.	Odbiory częściowe	51
7.3.	Odbiór końcowy.....	51
7.3.1.	Szczegółowe zasady odbioru końcowego konstrukcji stalowych	51
7.4.	Odbiór po upływie okresu rękojmi i gwarancji	52
8.	Rozliczenie robót.....	53
9.	Dokumenty odniesienia	53
9.1.	Ustawy	53
9.2.	Rozporządzenia.....	53
9.3.	Normy.....	53
9.4.	Inne dokumenty	55

1. Wstęp

1.1. Przedmiot i zakres robót budowlanych

Przedmiotem robót budowlanych jest **„ROZBUDOWA, PRZEBUDOWA I ADAPTACJA DAWNEGO KINOTEATRU „WŁÓKNIARZ” WRAZ Z JEGO OTOCZENIEM NA CELE KULTURALNE”**.

Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej wykonania i odbioru robót (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie wykonania konstrukcji stalowych.

Klasyfikacja wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

Kod CPV: 45262400-5 Wnoszenie konstrukcji ze stali konstrukcyjnej

1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji wykonania konstrukcji stalowych, związanych z **„ROZBUDOWĄ, PRZEBUDOWĄ I ADAPTACJĄ DAWNEGO KINOTEATRU „WŁÓKNIARZ” WRAZ Z JEGO OTOCZENIEM NA CELE KULTURALNE”**.

1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Specyfikacja dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie konstrukcji stalowych, w zakresie:

- wykonania i zatwierdzenia projektów warsztatowych konstrukcji,
- wykonania konstrukcji w wytworni, na podstawie zatwierdzonego projektu,
- dostarczenia konstrukcji na plac budowy,
- zmontowania konstrukcji,
- sprawdzenia poprawności i dokładności montażu,
- wykonanie zabezpieczenia przeciwkorozyjnego i przeciwpożarowego konstrukcji, zgodnie z Dokumentacją projektową.

Przedmiotem opracowania jest określenie wymagań odnośnie właściwości materiałów wykorzystywanych do powyższych robót, wymagań w zakresie robót przygotowawczych oraz wymagań dotyczących wykonania i odbiorów konstrukcji stalowych.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe użyte w niniejszej specyfikacji są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) 00-00

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST 00-00.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami przedstawiciela nadzoru robót ze strony Zamawiającego.

Wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia i uzgodnienia z Inspektorem nadzoru i Projektantem projektu wykonawczego (warsztatowego) dostarczanych i montowanych konstrukcji stalowych.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów i urządzeń

Ogólne wymagania dotyczące materiałów określone zostały w OST 00-00.

Wszystkie użyte materiały powinny mieć aktualne, wymagane przepisami znaki i świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, określone w OST 00-00.

Wszystkie materiały i wyroby powinny mieć zaświadczenia o jakości zgodnie z PN-EN 45014 i PN-EN 10204 lub wyniki badań laboratoryjnych potwierdzające wymaganą jakość. Materiały i wyroby dodatkowe w procesach technologicznych, powinny być dobierane odpowiednio do wymagań projektowych.

Materiały i wyroby należy przechowywać i konserwować zgodnie z warunkami technicznymi w sposób umożliwiający łatwą i jednoznaczną identyfikację każdej dostawy. Wyroby nieoznaczone nie powinny być stosowane na elementy konstrukcji nośnej.

Wszystkie materiały do wykonania konstrukcji stalowych powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentach odniesienia (normach, aprobaty technicznych), a ich rodzaj i gatunek powinien ściśle odpowiadać wymaganiom przedstawionym w dokumentacji wykonawczej.

Elementy konstrukcji stalowych zostały przedstawione w projekcie wykonawczym branży konstrukcyjnej, zgodnie z którym należy określić zakres robót.

Elementy stalowe należy oczyścić do 2- stopnia i zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez cynkowanie ogniowe lub wykonanie z profili cynkowanych galwanicznie oraz zabezpieczyć przeciwpożarowo, jeśli jest to wymagane (zgodnie z Dokumentacją projektową).

Konstrukcje pod urządzenia wentylacyjne z kształtowników walcowanych, ceowników, blach płaskich i innych kształtowników, wykonane wg wytycznych projektów branżowych, zabezpieczyć antykorozyjnie przez cynkowanie galwaniczne.

Elementy konstrukcji stalowych wytwarzane będą w specjalistycznych wytwórniach, a po dostarczeniu na plac budowy montowane i łączone przy pomocy śrub.

Szczegółowe wymiary i detale konstrukcyjne elementów – wg dokumentacji wykonawczej branży konstrukcyjnej.

Podstawowy materiał do wykonania konstrukcji: stal.

Elementy łączące do montażu gotowych części konstrukcji na budowie – wg projektu wykonawczego konstrukcji.

2.2. Wyroby hutnicze

Jakość wyrobów hutniczych powinna być potwierdzona dokumentami kontroli wg PN-EN 10204:

- zaświadczeniem o jakości - gdy wymagane właściwości są w normie gwarantowane dla zamawianego gatunku stali i nie zachodzi potrzeba określenia właściwości rzeczywistych
- atestem - gdy w projekcie lub w kontrakcie wymaga się określenia rzeczywistych cech stali według wytopów na podstawie próby rozciągania, podstawowych oznaczeń składu chemicznego oraz próby uderności dla stali grupy jakościowej wyższej niż JR,
- atestem specjalnym lub świadectwem odbioru - gdy w projekcie określono wymagania dodatkowe wg PN-EN 10025 (U) odnoszące się do analizy wytopowej lub badań wyrobów w partii dostawy,
- świadectwem odbioru i deklaracją zgodności producenta wyrobu hutniczego, gdy w projekcie zastosowano stale wg PN-EN 10113-1, PN-EN 10113-2, PN-EN 10113-3, PN-EN 10137-1 i PN-EN 10137-2

Zaleca się stosowanie stali wg norm wymienionych w tablicy 1.

Tablica 1

Lp.	Rodzaj stali	Wymagania wg normy
1.	Niestopowa konstrukcyjna	PN-EN 10025 (U)
2.	Drobnziarnista	PN-EN 10113-1, PN-EN 10113-2, PN-EN 10113-3
3.	Ulepszana cieplnie	PN-EN 10137-1, PN-EN 10137-2
4.	Trudno rdzewiejąca	PN-EN 10155

2.3. Materiały dodatkowe do spawania

Materiały dodatkowe do spawania konstrukcji stalowych powinny spełniać wymagania norm wg tablicy 2.

Tablica 2

Lp.	Rodzaj materiału	Wymagania wg normy
1.	Elektrody otulone	PN-EN 499, PN-EN 757
2.	Druty	PN-EN 440, PN-EN 756, PN-EN 1668, PN-EN 7583 PN-EN 12543, PN-EN 12535
3.	Topnik P	PN-EN 760
4.	Gazy	PN-EN 439

Materiały spawalnicze do stali trudno rdzewiejącej powinny mieć odporność na korozję taką samą jak stal części łączonych, chyba że w projekcie podano inaczej.

2.4. Łączniki mechaniczne

Do konstrukcji stalowych zaleca się stosowanie łączników spełniających wymagania norm wg tablicy 3. Śruby klasy wyższej niż 4.8 i 5.6 oraz nakrętki klasy wyższej niż 4 powinny mieć trwałe oznaczenia zgodne z PN-EN ISO 898-1 i PN-EN 20898-2.

Tablica 3

Lp.	Rodzaj materiału	Wymagania wg normy
1.	Śruby, wkręty i nakrętki	PN-EN 20898-2, PN-EN ISO 898-1, PN-EN ISO 3506 PN-EN 26157-1, PN-EN ISO 4759-1 (U), PN-EN 493, PN-EN ISO 4017, PN-EN ISO 4014
2.	Sworznie	PN-EN ISO 89J8-1
3.	Podkładki zwykłe	PN-EN ISO 7091 (U)PN-EN ISO 4759-3 (U)
4.	Podkładki hartowane	PN-EN ISO 7089 (U) PN-EN ISO 7090 (U)
5.	Nity	

Każda partia wyrobów śrubowych powinna mieć zaświadczenie o wynikach kontroli jakości wg PN-EN ISO 3269 (U) i PN-E 10204. Powłoki cynkowe zanurzeniowe powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN ISO 1461 i PN-EN ISO 14713, a elektrolityczne PN-EN ISO 4042 i PN-EN ISO 10683 (U). Śruby ocynkowane do połączeń sprężanych, a także doczołowych połączeń rozciąganych powinny być cynkowane ogniowo i mieć własności wytrzymałościowe po cynkowaniu wg PN-EN ISO 898-1 i PN-EN 20898-2 potwierdzone atestem.

2.5. Materiały do powłok ochronnych

Materiały do zabezpieczania powierzchni konstrukcji należy dobierać wg projektu wykonawczego.

Przechowywanie materiałów powinno być zgodne z warunkami technicznym określonymi dla danego materiału.

W projekcie przewidziano zastosowanie malowanych powłok ochronnych o trwałości min. 5 lat dla elementów stalowych nie zabezpieczonych przez ocynkowanie galwaniczne.

Dla zasadniczej części konstrukcji stalowych budynku w Dokumentacji, niezależnie od zabezpieczenia przeciwkorozyjnego, wymagane jest wykonanie zabezpieczenia przeciwogniowego powłokami malarskimi z farb pęczniejących do odporności R60.

Rodzaj zestawów malarskich do zabezpieczenia przeciwkorozyjnego i przeciwogniowego należy dobierać wg projektu wykonawczego konstrukcji stalowych lub na podstawie wytycznych Projektanta.

Zabezpieczenie przeciwogniowe konstrukcji na 60min – przykładowe parametry:

- Cienkowarstwowa powłoka pęczniująca do konstrukcji stalowej.
- Preparat szybkoschnący, do aplikacji na budowie lub malowania przed montażem na powierzchniach zagruntowanych farbą do gruntowania dopuszczoną do stosowania przez producenta farby pęczniującej.
- Grubość zabezpieczenia – określona indywidualnie w projekcie zabezpieczeń na podstawie wytycznych producenta, zależnie od:
 - wyznaczonej dla obiektu temperatury krytycznej,
 - masywności konstrukcji,
 - kształtu zabezpieczanych profili,
 - żądanego czasu ochrony konstrukcji przed działaniem temperatury.
- Do zastosowań zewnętrznych i wewnętrznych.
- Kolor biały lub szary – matowy, dopuszczane jest późniejsze malowanie dodatkową warstwą farby dobranej ściśle wg wytycznych producenta zabezpieczenia ogniowego.

Kolor zabezpieczeń – powinien być określony w projekcie wykonawczym lub ustalony wg wytycznych Projektanta.

Zestawy malarskie do zabezpieczenia przeciwkorozyjnego i przeciwogniowego konstrukcji powinny pochodzić od jednego producenta lub być dobrane pod kątem zgodności chemicznej tak, aby substancje w nich zawarte nie wywierały destrukcyjnego lub niekorzystnego wpływu na kolejno nakładane warstwy oraz zapewniały odpowiednią szczelność i przyczepność powłok ochronnych do podłoża i do siebie nawzajem. Istotna jest zwłaszcza zgodność zewnętrznych powłok ochronnych nakładanych na warstwę farby pęczniującej z samą farbą pęczniującą, dla zachowania w pełni jej właściwości ochrony przed ogniem. W powyższym zakresie należy się ściśle kierować wytycznymi producenta wybranych do stosowania farb pęczniujących.

2.6. Stal konstrukcyjna

2.6.1. Stal. Stałe materiałowe i cechy mechaniczne

Kształtowniki, rury, blachy, pręty stalowe i odlewy staliwne należy przyjmować wg norm hutniczych i aktualnych programów produkcji, dobierając gatunek stali (skład chemiczny) oraz jej właściwości mechaniczne, technologiczne i eksploatacyjne odpowiednio do rodzaju i przeznaczenia elementu konstrukcyjnego.

Konstrukcje spawane należy projektować ze stali spawalnej. Konstrukcje przeznaczone do eksploatacji w warunkach sprzyjających kruchemu pękaniu należy projektować ze stali o odpowiedniej udarności gwarantowanej atestem.

Właściwości stali należy przyjmować wg norm przedmiotowych. Dla najczęściej stosowanych gatunków stali, minimalne wg norm hutniczych wartości cech mechanicznych Re, Rm i A5 podano w tabeli 3.

Tabela 3

Norma i gatunek stali	Nominalna grubość elementu t [mm]			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _y [N/mm ²]	f _u [N/mm ²]	f _y [N/mm ²]	f _u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

Podstawowy materiał do wykonania konstrukcji stalowych przewidziany w projekcie:

- stal S355.

2.7. Tryb postępowania przy dostawach stali

Wyroby ze stali konstrukcyjnej przeznaczone do wytworzenia stalowej konstrukcji podlegają odbiorowi.

Wyroby ze stali konstrukcyjnej przeznaczone do wytworzenia konstrukcji stalowych muszą:

- 1) być udokumentowane atestami hutniczymi,

- 2) mieć trwałe odczyszczenia,
- 3) mieć wybite znaki cechowania, oznaczenia cechowania kolorowego, kolorowych przywieszek ze znakami zgodnie z PN-EN 10027-1:2005, PN-EN 10027-2: 2005
- 4) spełniać wymagania określone w normach przedmiotowych, jak np.:
 - dla blach uniwersalnych i grubych wg PN-EN 10051+A1:1999,
 - dla walcówki, prętów i kształtowników wg PN-EN 10016-1(2,3,4):1999
 - dla kątowników równoramiennych wg PN-EN 10056-2:1998. PN-EN 10056-1:2000

2.7.1. Materiały spawalnicze i śruby montażowe

Zamówienia na łączniki (śruby montażowe) i materiały spawalnicze składa Wytwórca konstrukcji stalowej u zaakceptowanych przez Inspektora Nadzoru wytwórców tych materiałów. Na Wytwórcy konstrukcji ciąży obowiązek egzekwowania od dostawców i przechowywania atestów potwierdzających spełnienie wymagań postawionych w normie przedmiotowej dotyczącej danego wyrobu lub materiału. Atesty muszą być przedstawione wraz z dostawą każdej partii materiałów. Badania, które warunkują wystawienie atestów Wytwórca łączników lub materiałów spawalniczych przeprowadza na własny koszt.

Materiały pochodzące z zapasów Wytwórcy powinny być atestowane w zakresie ustalonym przez Inspektora Nadzoru na koszt własny Wytwórcy konstrukcji.

Dla łączników spełnione muszą być wymagania norm aktualnych przedmiotowych

Wytwórca powinien przestrzegać okresów ważności stosowania elektrod według gwarancji dostawcy. Śruby powinny być przechowywane w suchych i przewietrzanych pomieszczeniach z zapewnieniem ochrony przed korozją w sposób umożliwiający segregację na poszczególne asortymenty. Materiały spawalnicze należy przechowywać ponad podłogą w suchych, przewietrzanych i ogrzewanych pomieszczeniach. Łączniki i materiały spawalnicze przeznaczone do wytworzenia określonej stalowej konstrukcji powinny być oddzielone od pozostałych.

2.8. Identyfikacja (znakowanie)

Każda część konstrukcji i pakiet podobnych części, w każdej fazie procesu wytwarzania, powinny być jednoznacznie określone przez odpowiedni system identyfikacji. Każda część składowa powinna być oznakowana trwałym znakiem identyfikacyjnym w sposób nie powodujący jej uszkodzenia. Wybijane numery lub wytłoczone znaki są dozwolone, jako oznakowanie pojedynczych części lub pakietów podobnych części w miejscach dostosowanych do procesu technologicznego.

Projekt może wykluczać stosowanie takiego znakowania lub określać strefy, w których nie dopuszcza się znakowania części twardym stemplem i stanowić, czy w tych strefach można użyć stempli miękkich (powierzchniowych). Nie dopuszcza się znakowania przy pomocy przecinaka.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu określone zostały w OST 00-00.

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu i narzędzi, które nie spowodują niekorzystnego wpływu na jakość materiałów i wykonywanych robót oraz będą przyjazne dla środowiska.

Wytwórca konstrukcji w przygotowanym programie wytwarzania i Wykonawca w programie montażu obowiązani są do przedstawienia Inspektorowi Nadzoru do akceptacji wykazu zasadniczego sprzętu.

Inspektor Nadzoru jest uprawniony do sprawdzenia, czy użyte urządzenia dźwigowe i zbiorniki ciśnieniowe posiadają ważne świadectwa wydane przez Urząd Dozoru Technicznego. Wykonawca na żądanie Inspektora Nadzoru jest zobowiązany do próbnego użycia sprzętu w celu sprawdzenia jego przydatności. Sprawdzenie powinno odbywać się w obecności przedstawiciela Inspektora Nadzoru.

3.2. Sprzęt do montażu konstrukcji stalowych

Do wykonywania konstrukcji stalowych należy stosować następujący sprzęt i narzędzia pomocnicze:

- wciągniki,
- rusztowania, pomosty,
- sprzęt i narzędzia do cięcia i spawania stali,
- ciągniki, przyczepy, samochody i in. sprzęt do transportu konstrukcji na plac budowy,
- narzędzia pomiarowe (niwelatory, teodolity, miary itp.),
- ręczne i elektryczne narzędzia do montażu, skręcania, ustawiania konstrukcji itp.

4. Transport i składowanie

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w OST 00-00.

4.1. Transport od dostawcy i składowanie stali konstrukcyjnej u Wytwórcy

Załadunek, transport, rozładunek i składowanie wyrobów ze stali konstrukcyjnej powinny odbywać się tak, aby powierzchnia stali była zawsze czysta, wolna zwłaszcza od substancji aktywnych chemicznie i zanieczyszczeń mogących utrzymywać wilgoć. Wyroby ze stali konstrukcyjnej powinny być utrzymywane w stanie suchym i składowane nad gruntem na odpowiednich podporach.

Niedopuszczalne jest długotrwałe składowanie stali niezabezpieczonych przed opadami. Wyroby ze stali konstrukcyjnej przeznaczone do wytwarzania określonej stalowej konstrukcji powinny być oddzielone od pozostałych. Wyroby ze stali konstrukcyjnej muszą posiadać oznaczenia i cechy zgodnie z aktualną normą. Oznaczenia i cechy muszą być zachowane w całym procesie wytwarzania konstrukcji.

Przy dzieleniu wyrobów należy przenieść oznaczenia na części pozbawione oznaczeń. Znaki powinny być umieszczone w takich miejscach, aby były widoczne po zmontowaniu konstrukcji na placu budowy.

4.2. Transport konstrukcji na miejsce montażu

Konstrukcja przed wysyłką z wytworni powinna być protokolarnie odebrana przez Zamawiającego w obecności Wykonawcy montażu na podstawie protokołu odbioru ostatecznego.

Konstrukcja powinna być wysłana w kolejności uzgodnionej z Wykonawcą montażu.

Konstrukcja przed wysyłką powinna być zabezpieczona przed korozją.

Wszystkie elementy konstrukcji powinny być ładowane na środki transportu w ten sposób, aby mogły być transportowane i rozładowywane bez powstania nadmiernych naprężeń, deformacji lub uszkodzeń. Zalecane jest transportowanie konstrukcji w takiej pozycji w jakiej będzie eksploatowana. Ze względu na łatwość ich uszkodzenia szczególnie chronione muszą być:

- łączniki
- elementy styków montażowych.

Ze względu na możliwość wyboczenia należy odpowiednio usztywnić elementy wiotkie na czas załadunku i transportu.

Drobne elementy muszą być jednoznacznie oznakowane i umieszczone w miejscu zamocowania przy pomocy śrub montażowych. Elementy drobnowymiarowe takie jak śruby, nakrętki powinny być przewożone w zamkniętych pojemnikach.

Sposób mocowania elementów musi wykluczyć możliwość przemieszczenia, przewrócenia lub zsunęcia się ich w czasie transportu.

Przewożone elementy powinny być załadowane w ten sposób, aby nie przekraczały żadnej z odpowiednich skrajni kolejowych ustalonych przez obowiązujące normy przy transporcie kolejowym oraz skrajni drogowych przy transporcie drogowym.

Przy transporcie drogowym w przypadku przekroczenia któregokolwiek z wymiarów skrajni lub dopuszczalnych ciężarów pojazdów należy uzyskać zgodę GDDKiA i Zarządów Drogowych w miastach prezydenckich, przez których tereny przechodzi trasa przejazdu.

4.3. Odbiór konstrukcji po rozładunku

Odbiór konstrukcji stalowej powinien być dokonany w obecności przedstawiciela Inspektora Nadzoru i powinien być przez Inspektora Nadzoru zaakceptowany. Wytwórca konstrukcji powinien dostarczyć wszystkie elementy konstrukcji przez siebie wytworzone, a także wszystkie elementy stalowe, które będą użyte na miejscu budowy. Z dostawy wyłączone są farby i materiały spawalnicze, których stosowanie jest ograniczone okresami gwarancji, ale Wytwórca powinien zapewnić dostawę zestawu farb, którymi zabezpieczono konstrukcje w wytworni, dla uzupełnienia ubytków w czasie montażu.

Przekazane powinny być dokumenty opisujące zastosowane podczas wytwarzania materiały, procesy technologiczne oraz wyniki badań odbiorów zgodnie z pkt. 5.2.2.7.

4.4. Likwidacja uszkodzeń transportowych

Podczas odbioru po rozładunku należy sprawdzić czy elementy konstrukcyjne są kompletne i odpowiadają założonej w Dokumentacji Projektowej geometrii. Dopuszczalne odchyłki nie powinny przekraczać odchyłek podanych w PN-EN-1090-1. Jeśli usuwanie odchyłek i uszkodzeń Inspektor Nadzoru uzna za konieczne, to Wytwórca przedstawi Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt technologiczny i harmonogram usuwania odchyłek.

Inspektor Nadzoru może zastrzec, jakich prac nie można wykonywać bez obecności przedstawiciela Inspektora Nadzoru.

Koszt prac ponosi Wytwórca konstrukcji, a do ich wykonania powinien przystąpić tak szybko, jak jest to możliwe ze względów technicznych. Po zakończeniu prac Wykonawca montażu dokonuje odbioru w obecności przedstawiciela Inspektora Nadzoru.

Jeśli po prostowaniu (usuwaniu odchyłek) występują pęknięcia lub inne uszkodzenia, element (lub jego część) zostaje zdyskwalifikowany.

4.5. Składowanie materiałów i konstrukcji

- Do wyładunku elementów lżejszych można użyć wciągarek, dźwigników, podnośników lub przyciągarek szcękowych.
- Przeciąganie nie zabezpieczonych elementów bezpośrednio po podłożu jest niedopuszczalne. Elementy ciężkie, długie i wiotkie, należy przy podnoszeniu i przemieszczaniu ze środka transportowego na składowisko chwycić w dwóch miejscach za pomocą zawiesia i usztywnić pas górny w celu ochrony przed odkształceniem.
- Teren na składowisko należy utwardzić.
- Elementy należy układać na składowisku w kolejności odwrotnej w stosunku do kolejności podawania ich do montażu.
- Elementy należy układać w sposób umożliwiający odczytanie znakowania.
- Elementy przewidziane do scalania powinny być w miarę możliwości składane w sąsiedztwie miejsca przeznaczonego na scalanie.
- Na miejscu składowania należy rejestrować konstrukcje niezwłocznie po ich nadejściu, segregować i układać na wyznaczonym miejscu, oczyszczać i naprawiać powstałe w czasie transportu ewentualne uszkodzenia samej konstrukcji i jej powłoki antykorozyjnej.
- Konstrukcję należy układać w pozycji poziomej na podkładkach drewnianych z bali lub desek.
- Przed ułożeniem pierwszego elementu należy umieścić podkładki drewniane na wyrównanej do poziomu ziemi w odległości 2,0 m do 3,0 m jedna od drugiej.
- Elementy, które po wbudowaniu w obiekcie zajmują położenie pionowe, należy również składować w tym samym położeniu.
- Przy układaniu konstrukcji w stosie należy dobrać liczbę elementów ze względu na stabilność stosu, wytrzymałość gruntu i wytrzymałość podkładek drewnianych.

- Do składowanej konstrukcji i do miejsca montażu powinny być wyznaczone dojścia w miejscach zapewniających bezpieczeństwo.
- Między składowanymi materiałami należy zachować przejścia o szerokości co najmniej 1,0m.
- Dojścia i dojazdy powinny być w czasie wykonywania robót wystarczająco oświetlone.
- Elektrody, śruby i inne drobne elementy należy składować w magazynie w oryginalnych opakowaniach, zabezpieczone przed zawilgoceniem.

5. Wykonanie robót

5.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w OST 00-00.

Do wykonania i montażu stalowych konstrukcji dopuszczone będą wyłącznie zakłady i przedsiębiorstwa posiadające odpowiednie Świadectwo (certyfikat).

5.1.1. Klasyfikacja konstrukcji stalowych

Przy wytwarzaniu i montażu konstrukcji należy uwzględniać ich klasę (1, 2 lub 3).

Ze względu na cechy i wymagania wykonawcze, na podstawie normy PN-EN ISO 5817, konstrukcje stalowe budowlane dzieli się na trzy poziomy:

Poziom jakości Zastosowanie

B	Złącza spawane o najwyższych wymaganiach, narażone na ekstremalne obciążenia
C	Złącza spawane o średnich wymaganiach, najczęściej stosowane w praktyce
D	Złącza spawane o niskich wymaganiach, dla mniej odpowiedzialnych zastosowań

5.1.2. Wymagania w stosunku do Wytwórcy stalowych konstrukcji i Wykonawcy montażu

Konstrukcje stalowe mogą być wytwarzane jedynie w wytwórniach zakwalifikowanych, posiadających odpowiednie świadectwo (certyfikat). Termin ważności świadectwa i jego zakres muszą być zgodne z czasem realizacji i rodzajem wytwarzanej lub montowanej konstrukcji.

5.1.3. Program wytwarzania konstrukcji w Wytwórni

Rozpoczęcie Robót może nastąpić po pisemnym zaakceptowaniu przez Inspektora Nadzoru programu Robót. Program sporządzany jest przez Wytwórcę.

Program powinien zawierać deklarację Wytwórcy o szczegółowym zapoznaniu się z Dokumentacją Projektową i Specyfikacjami oraz:

- 1) harmonogram realizacji
- 2) informację o personelu kierowniczym i technicznym Wytwórcy
- 3) informację o obsadzie tych stanowisk robotniczych, na których konieczne jest udokumentowanie kwalifikacji
- 4) informacje o dostawcach materiałów
- 5) informacje o podwykonawcach
- 6) informacje o podstawowym sprzęcie przewidzianym do realizacji zadania
- 7) projekt technologii spawania
- 8) sposób przeprowadzenia badań wymaganych w Specyfikacjach
- 9) ewentualne zgłoszenie potrzeby uściśleń lub zmian w Dokumentacji Projektowej.

Program Robót musi uwzględniać spełnienie wszystkich ustaleń zawartych w ST.

Rysunki warsztatowe sporządza Wytwórca.

5.1.4. Program montażu i scalania konstrukcji na miejscu budowy

Rozpoczęcie Robót może nastąpić po pisemnym zaakceptowaniu przez Inspektora Nadzoru programu montażu. Program powinien zawierać protokół odbioru konstrukcji od Wytwórcy oraz:

- 1) harmonogram terminowy realizacji
- 2) informację o personelu kierowniczym i technicznym Wytwórcy
- 3) informację o obsadzie tych stanowisk robotniczych, na których konieczne jest udokumentowanie kwalifikacji
- 4) projekt montażu
- 5) sprawdzenie pracy statycznej konstrukcji, jeśli podczas montażu będzie ona podpierana w innych punktach niż przewiduje to dokumentacja Projektowa
- 6) informacje o podwykonawcach
- 7) informacje o podstawowym sprzęcie montażowym przewidzianym do realizacji zadania
- 8) projekt technologii spawania
- 9) sposób zapewnienia badań ujętych w Specyfikacji
- 10) informacje o sposobie zapewnienia bezpieczeństwa osób, które mogą znaleźć się w obszarze prac montażowych

5.1.5. Kontrola wykonywanych Robót

Inspektor Nadzoru jest uprawniony do wyznaczania harmonogramu czynności kontrolnych, badawczych i odbiorów częściowych, na czas których należy przerwać Roboty. W zależności od wyniku badań Inspektor Nadzoru podejmuje decyzję o kontynuowaniu Robót.

5.2. Obróbka elementów

5.2.1. Sprawdzenie wymiarów wyrobów ze stali konstrukcyjnej

Wytwarzanie konstrukcji należy poprzedzić sprawdzeniem wymiarów i prostoliniowości zastosowanych wyrobów ze stali konstrukcyjnej. Bez uprzedniego prostowania mogą być użyte wyroby, w których odchyłki wymiarów i kształtów nie przekraczają dopuszczalnych odchyłek wg PN-EN-1090

5.2.2. Cięcie elementów i obrabianie brzegów

Cięcie elementów i obrabianie brzegów należy wykonywać zgodnie z ustaleniami Dokumentacji Projektowej. Można stosować cięcie gazowe (tlenowe) automatyczne lub półautomatyczne a dla elementów pomocniczych i drugorzędnych również ręczne.

Brzegi po cięciu powinny być oczyszczone z naderwań. Przy cięciu nożycami podniesione brzegi powierzchni cięcia należy wyrównać na odcinkach wzajemnego przylegania z powierzchnią cięcia elementów sąsiednich.

Arkusze nie obcięte w hucie należy obcinać co najmniej 20 mm z każdego brzegu. Ostre brzegi po cięciu należy wyrównywać i stępować przez wyokrąglenie promieniem $r = 2$ mm lub większym.

Przy cięciu tlenowym można pozostawić bez obróbki mechanicznej te brzegi, które będą poddane przetopieniu w następnych operacjach spawania oraz te, które osiągnęły klasę jakości nie gorszą niż 3-2-2-4. Po cięciu tlenowym powierzchnie cięcia i powierzchnie przyległe powinny być oczyszczone z żużla, grafu, nacieków i rozprysków materiału.

Dokładność cięcia:

Wymiar liniowy elementu [m]	<1	<5	>5
Dopuszczalna odchyłka [mm]	±1	±1,5	±2

Powyższe dokładności nie dotyczą wymiaru, na którym pozostawia się zapas montażowy.

Cięcie należy wykonywać piłą, nożycą lub termicznie, mechanicznie lub ręcznie. Ręczne cięcie termiczne należy stosować tylko w przypadkach, gdy praktycznie nie można zastosować cięcia zmechanizowanego.

Urządzenia do cięcia powinny być okresowo sprawdzane, tak aby umożliwiały spełnienie wymagań jakościowych określonych w 5.4.1.

Powierzchnie cięcia oraz ich krawędzie powinny być czyste, bez znacznych nierówności (naderwań, zadziórów, żużla, nacieków i rozprysków metalu). Tolerancje powierzchni ciętych termicznie podano w 4.1.

Nadmierne nierówności powierzchni cięcia oraz krawędzie wycięć wklęsłych powinny być zaokrąglone i w miarę potrzeby wyszlifowane, a ubytek przekroju nie powinien przekraczać 3 %.

W projekcie należy określać strefy, których twardość nie może przekraczać 380 HV10.

Elementy stalowe mogą być kształtowane plastycznie (gięte, prostowane, prasowane) na gorąco lub na zimno, pod warunkiem że właściwości materiału nie ulegną pogorszeniu poniżej wymaganego poziomu.

Kształtowanie na gorąco stali niestopowych należy wykonywać zgodnie z właściwościami wyrobu. Materiał powinien być odkształcany w temperaturze czerwonego żaru (powyżej 700 °C), a czas nagrzania i chłodzenia

powinny być dostosowane do rodzaju stali. Gięcie i odkształcanie w zakresie temperatur niebieskiego nalotu (od 250 °C do 380 °C) jest niedozwolone.

Kształtowanie na gorąco stali wg PN-EN 10113-2 nie powinno zachodzić w temperaturze wyższej od 1000 °C. Koniec procesu kształtowania powinien być realizowany w zakresie temperatur od 950 °C do 750 °C przy chłodzeniu na wolnym powietrzu. W celu uniknięcia podhartowania szybkość chłodzenia powinna być odpowiednio ograniczona. Jeśli kontrolowanie procesu chłodzenia nie jest możliwe, należy po kształtowaniu przeprowadzić normalizowanie.

Kształtowanie na gorąco stali wg PN-EN 10113-3 nie jest dopuszczalne.

Wymagania dotyczące warunków kształtowania na gorąco podano w PN-EN 10137-2.

Prostowanie i kształtowanie elementów przez miejscowe nagrzewanie jest dopuszczalne pod warunkiem stosowania procedury, która powinna zawierać: maksymalną temperaturę dla danego gatunku stali, dopuszczalną szybkość chłodzenia, metodę podgrzewania, sposób pomiaru temperatury (np. termokredki), wyniki badań mechanicznych materiałów, listę osób dopuszczonych do prac przy kształtowaniu, kontrolowaniu maksymalnej temperatury nagrzania i warunków chłodzenia.

Kształtowanie na zimno należy wykonywać zgodnie z właściwościami materiału. W szczególności promień gięcia, r blach i kształtowników walcowanych na gorąco powinien spełniać warunki:

- $r > 25 b$ przy gięciu wokół osi symetrii,
- $r > 45 b$ przy gięciu wokół osi nie będącej osią symetrii,

w których:

b - wymiar grubości blachy lub wysokości (szerokości) kształtownika prostopadłej do osi gięcia.

Przy prostowaniu minimalny promień gięcia powinien być 2-krotnie większy.

W przypadku stali wg PN-EN 10113-2, PN-EN 10113-3, i PN-EN 10137-2 promienie gięcia należy przyjmować wg wymagań tych norm.

Jeśli po kształtowaniu na zimno wymagane jest wyżarzanie odpężające, należy prowadzić je w następujących warunkach:

- zakres temperatur od 530 °C do 580 °C
- czas wytrzymania 2 min/mm grubości, ale nie mniej niż 30 min.

W przypadku stali wg PN-EN 10113-2, PN-EN 10113-3, i PN-EN 10137-2 warunki wyżarzania odpężającego należy uzgodnić z producentem stali. Nie należy kuć stali na zimno.

5.2.3. Wykonywanie otworów i powierzchnie docisku

Postanowienia tego punktu dotyczą wykonywania otworów pod śruby, sworznie i nity przez wiercenie, wykrawanie i przebijanie.

Otworki mogą być wykonywane przez wykrawanie bez rozwiercania, z wyjątkiem tych stref elementów, w których projekt nie dopuszcza utwardzenia materiału.

Otworki, z wyjątkiem zastrzeżeń podanych poniżej, mogą być wykonywane przez wykrawanie z zachowaniem warunku:

$$t < d,$$

gdzie:

t – grubość blachy,

d - nominalna średnica otworu okrągłego lub minimalna średnica otworu owalnego.

Jeśli projekt nie dopuszcza utwardzenia materiału w wyniku procesu wykrawania otworów, to mogą być one wstępnie wykrawane o średnicy o 2 mm mniejszej od wymiaru nominalnego, a następnie rozwiercane lub przewiercane.

W konstrukcjach narażonych na obciążenia dynamiczne należy wszystkie otwory wykonywane przez przebijanie rozwiercać o min 2 mm.

Otwory owalne mogą być wykonane w jednej operacji wykrawania bądź przez wiercenie dwóch otworów i wykończenie otworu ręcznie palnikiem, bądź mechanicznie.

Przed złożeniem części, z otworów powinny być usunięte zadziory z wyjątkiem otworów wierconych w jednej operacji poprzez pakiet części, które mogą nie być z innych względów rozdzielane po wykonaniu otworów.

Otwory okrągłe dla śrub wpuszczanych mogą być wykonane przez wiercenie lub przez wykrawanie przed wykonaniem sfazowania.

Wycięcia o kącie wklęsłym oraz karby powinny zostać wyokrąglone promieniem $r > 5$ mm. Jeśli wycięcia są wykonane przez wykrawanie w blachach o grubości większej niż 16 mm, to odkształcony plastycznie materiał powinien być usunięty przez szlifowanie.

5.2.4. Prostowanie i gięcie elementów

Wytwórca powinien w obecności Inspektora Nadzoru wykonać próbne użycie sprzętu przeznaczonego do prostowania i gięcia elementów. Wystąpienie pęknięć po prostowaniu lub gięciu powoduje odrzucenie wykonanych elementów.

Przy prostowaniu i gięciu na zimno nie wolno stosować uderzeń, a stosować należy siły statyczne. W przypadku przekroczenia dopuszczalnych wartości strzałki ugięcia lub promienia krzywizny podanych w tabl. I prostowanie i gięcie elementów stalowych należy wykonać na gorąco po podgrzaniu do temperatury kucia i zakończyć w temperaturze nie niższej niż 750°C. Obszar nagrzewania materiału powinien być 1,5 do 2 razy większy niż obszar prostowany lub odkształcalny. Kształtowniki należy nagrzewać równomiernie na całym przekroju.

Chłodzenie elementów powinno odbywać się powoli w temperaturze otoczenia nie niższej niż -5°C, bez użycia wody.

Wskutek prostowania lub gięcia w elementach nie mogą wystąpić pęknięcia lub rysy. Sposób ich ewentualnej naprawy winien być zaakceptowany przez Inspektora nadzoru. .

5.3. Dopuszczalne odchyłki

5.3.1. Dopuszczalne odchyłki wymiarów liniowych

Wymiary liniowe elementów konstrukcyjnych, których dokładność nie została podana w Dokumentacji Projektowej lub innych normach, powinny być zawarte w granicach podanych w tabl. 4, przy czym rozróżnia się:

- wymiary przyłączeniowe, tj. wymiary konstrukcyjne zależne od innych wymiarów, podlegające pasowaniu,

warunkujące prawidłowy montaż oraz normalne funkcjonowanie konstrukcji,

- wymiary swobodne, których dokładność nie ma konstrukcyjnego znaczenia.

Tabela 4. Dopuszczalne odchyłki wymiarów liniowych

Wymiar nominalny [mm]		Dopuszczalne odchyłki wymiaru (\square), [mm]	
Ponad	do	przyłączeniowego	swobodnego
500	1000	0,5	1,5
1000	2000	1,0	2,5
2000	4000	1,5	4,0
4000	8000	2,5	6,0
8000	16000	4,0	10,0
16000	32000	6,0	15,0
32000		10,0	1 /1000 wymiaru lecz nie więcej niż 50

5.3.2. Dopuszczalne odchyłki prostości

Dopuszczalne odchyłki prostości elementów (pasów ściskanych) od podpory do podpory lub od węzła do węzła stężeń wynoszą 1/1000 długości, lecz nie więcej niż 10 mm. Dla elementów rozciąganych odchyłki mogą być dwukrotnie większe.

5.3.3. Dopuszczalne skrzywienie przekroju

Dopuszczalne skrzywienie przekroju (mierzone wzajemnym przesunięciem odpowiadających sobie punktów przekroju) 1/1000 długości, lecz nie więcej niż 10 mm.

5.3.4. Dopuszczalne odchyłki swobodne kształtu przekroju

Dopuszczalne odchyłki swobodne kształtu przekroju poprzecznego elementów konstrukcyjnych (poza stykami) podano w PN-EN 1090.

5.3.5. Dopuszczalne odchyłki kształtu przekroju w obrębie styków

Styki spawane należy wykonać z taką dokładnością, aby wzajemne przesunięcia stykających się elementów nie przekraczały 1mm.

Zaleca się pozostawienie swobodnych, nie zespawanych blach podczas pasowania stykających się elementów (dotyczy szczególnie styków montażowych).

Długość nie pospawana winna wynosić po 600 mm z każdej strony styku montażowego dla spoin łączących średnik dźwigara głównego z pasem dolnym. Spoiny te powinny być następnie wykonane jako spoiny typu K lub 1/2V, po wykonaniu połączeń średnika i pasów stykających się elementów. Szczegółowe rozwiązania należy podać w technologii spawania.

5.3.6. Dopuszczalne załamanie przy spoinie czołowej

Dopuszczalne załamanie przy spoinie czołowej nie powinno być większe niż 2 mm po położeniu liniału o długości 1 m.

5.3.7. Usuwanie przekroczonych odchyłek

Przekroczenie odchyłek nie jest jedynym kryterium ich usuwania. Po ustaleniu przez Inspektora Nadzoru wraz z Projektantem konstrukcji (ewentualnie z udziałem rzeczoznawcy lub jednostki naukowo-badawczej), czy przekroczone odchyłki wpływają na bezpieczeństwo, użytkowanie lub wygląd, Inspektor Nadzoru podejmuje decyzję o ich pozostawieniu względnie usuwaniu.

Przekroczenie dopuszczalnych odchyłek (ilościowe lub jakościowe) stanowi jednocześnie podstawę do obniżenia umówionej ceny za wykonaną konstrukcję, niezależnie od usunięcia wad.

Wykaz odchyłek, ocena bezpieczeństwa, sposoby naprawy wad oraz decyzja Inspektora Nadzoru stanowią część dokumentacji odbioru obiektu.

5.4. Czyszczenie powierzchni i brzegów

Przed przystąpieniem do składania konstrukcji Inspektor Nadzoru przeprowadza odbiór elementów w zakresie oczyszczenia i oszlifowania powierzchni przylegających i brzegów stykowanych z zachowaniem wymagań aktualnych norm.

5.5. Składanie konstrukcji – spawanie

5.5.1. Spawanie. Wymagania ogólne

Wyróżnia się następujące typy spawania :

- 1) łukowego ręcznego elektrodą otuloną
- 2) łukowego drutem elektrodowym proszkowym samoosłonowym
- 3) łukiem krytym drutem elektrodowym
- 4) łukowego w osłonie gazu obojętnego elektrodą topliwą (MIG)
- 5) łukowego w atmosferze gazu aktywnego elektrodą topliwą (MAG)
- 6) łukowego drutem elektrodowym proszkowym w atmosferze gazu aktywnego

- 7) łukowego drutem elektrodowym proszkowym w atmosferze gazu obojętnego
- 8) łukowego elektrodą wolframową (TIG)
- 9) łukowego przypawania elementów typu kołki z wykorzystaniem docisku
- 10) oporowego zgrzewania elementów typu kołki

Inne procesy spawalnicze (np. spawanie elektrodozłowe) mogą być stosowane tylko w przypadku, gdy przewidziano to w projekcie.

Metody spawania powinny być oznaczone zgodnie z PN-EN 24063.

W przypadku części spawanych narażonych na znaczne rozciąganie w kierunku grubości blachy należy zapobiegać możliwości pęknięć lamelarnych, m.in. określając w projekcie odpowiednią we właściwych miejscach jakość stali i kontrolne badania na skłonność do rozwarstwienia przed i po spawaniu. Przygotowanie technologii oraz realizacja procesów spawania i procesów pomocniczych powinny być zgodne z PN-EN 1011-1 i PN-EN 1011-2.

Wymienione w a) do j) technologie powinny mieć uznanie odpowiednio wg norm PN-EN 288-1, PN-EN 288-2, PN-EN 288-3, PN-EN 288-5, PN-EN 288-6, PN-EN 288-7, PN-EN 288-8, PN-EN 288-9.

Badania kontrolne jakości procesu spawania należy przeprowadzać odpowiednio wg PN-EN 288-3, PN-EN 288-8 i PN-EN 288-9 przed rozpoczęciem właściwego spawania, w przypadku procesu spawania w pełni zmechanizowanego lub zautomatyzowanego, a także wykorzystywania zwiększonej grubości spoin pachwinowych wskutek stosowania metod zapewniających głębokie wtopienie. Badanie należy przeprowadzić dla największej grubości spoiny.

Dla wyrobów walcowanych, odkuwek i staliwa o $Re < 355$ MPa:

- spawanych ręcznie i/lub częściowo zmechanizowane należy uznanie technologii przeprowadzić odpowiednio wg PN-EN 288-3, PN-EN 288-5, PN-EN 288-6, PN-EN 288-7, PN-EN 288-8, PN-EN 288-9,
- spawanych automatycznie lub w pełni zmechanizowane należy uznanie technologii przeprowadzić odpowiednio wg PN-EN 288-3, PN-EN 288-8, PN-EN 288-9.

Dla wyrobów walcowanych, odkuwek i staliwa o $Re > 355$ MPa, spawanych wszystkimi metodami należy uznanie technologii przeprowadzić odpowiednio wg PN-EN 288-3, PN-EN 288-8.

Przy zastosowaniu materiałów grupy S235, S275 i S355 i stosowaniu ręcznego lub częściowo zmechanizowanego procesu spawania, procedurę uznaniową powinna przeprowadzać odpowiedzialna osoba nadzoru spawalniczego zakładu spełniająca wymagania wg PNEN 719.

Dla wszystkich innych materiałów oraz dla w pełni zmechanizowanych i automatycznych procesów spawania procedurę uznaniową powinna przeprowadzać niezależna, uznana jednostka, zaś badania złączy próbnych i ich ocenę powinno przeprowadzać akredytowane laboratorium badawcze.

W przypadku badań technologii spawania stali wg PN-EN 10137-1, PN-EN 10137-2 należy dodatkowo wykonać badania mikrostruktury materiału spoiny, strefy wpływu ciepła oraz wtopienia, odpowiednio dokumentując je na zdjęciach. Jeśli wytwórnia w okresie od 1 roku do 3 lat nie stosowała uznanego procesu spawania, to należy na elementach próbnych odpowiednio zgodnych z PNEN 288-3, PN-EN 288-8 lub PN-EN 288-9 przeprowadzić badania wizualne i odpowiednie badania nieniszczące na obecność pęknięć oraz badania makrograficzne przekroju złącza i badanie twardości. W przypadku złączy ze stali S235 i S275 można nie wykonywać badań twardości.

Jeśli wytwórnia przez ponad trzy lata nie stosowała uznanego procesu spawania, to należy procedurę uznaniową odpowiednio powtórzyć wg PN-EN 288-3, PN-EN 288-8 lub PN-EN 288-9.

Jeśli stosuje się proces spawania zapewniający głębokie wtopienie lub spawania obustronnego bez wycinania grani to należy stosując tę samą uznaną technologię spawania przeprowadzać badania na próbkach w skali makro co sześć miesięcy w celu sprawdzenia wymiaru głębokości wtopienia. Spawacze powinni mieć odpowiednie uprawnienia wg normy PN-EN 287+A1, a operatorzy automatów spawalniczych, zgrzewarek oraz urządzeń do spajania kołków uprawnienia wg PN-EN 1418. Dokumentacja technologiczna oraz dokumenty potwierdzające kwalifikacje spawaczy powinny być dostępne do kontroli.

Prace spawalnicze powinny być wykonywane pod nadzorem spawalniczym, którego organizację, kwalifikacje, uprawnienia i zakres odpowiedzialności określa PN-EN 719.

Podczas wykonywania złączy spawanych w konstrukcji lub elemencie klasy 1 i 2 należy – niezależnie od dziennika budowy – prowadzić dziennik spawania. W dzienniku spawania powinny być odnotowane wszelkie odstępstwa od dokumentacji technologicznej jak również stwierdzone usterki wykonawstwa.

W przypadku niewielkich obiektów spawanych, małej liczby złączy i spawaczy można dziennik spawania prowadzić w dzienniku budowy.

Dziennik spawania powinien być prowadzony na bieżąco i powinien być potwierdzony przez Inspektora kontroli jakości. Za prowadzenie dziennika spawania jest odpowiedzialny bezpośredni kierownik robót.

Spawacze wykonujący złącza spawane w konstrukcjach (elementach) klasy 3 powinni mieć co najmniej podstawowe kwalifikacje udokumentowane wpisem do książki spawacza.

Spawacze wykonujący złącza spawane w konstrukcjach (elementach) klasy 1 i 2 powinni mieć aktualne uprawnienia specjalistyczne, odpowiednie do zakresu wykonywanych robót, udokumentowane wpisem do książki spawacza.

Za powierzenie wykonania złączy spawaczom o odpowiednich kwalifikacjach jest odpowiedzialny bezpośredni kierownik robót.

5.5.2. Plan spawania

Plan spawania opracowuje się w celu uzyskania, w określonych warunkach realizacji, wyrobu zgodnego z wymaganiami normy. W planie spawania, stosownie do rodzaju wyrobu powinno się określać co najmniej:

- 1) technologię spawania (instrukcje technologiczne - WPS),
- 2) podział na podzespoły,
- 3) kolejność spawania, ewentualne ograniczenia początku i zakończenia spoin i wymagania co do typu kontroli międzyoperacyjnej,
- 4) zmiany położenia części w trakcie procesu spawania, szczegóły oprzyrządowania (oporów), które powinny być zastosowane,
- 5) przedsięwzięcia w celu uniknięcia pęknięć lamelarnych,
- 6) zakres kontroli, badań i odbioru stosownie do 5.4,
- 7) wymagania dotyczące identyfikacji spoin.

5.5.3. Czynności poprzedzające wykonanie robót

Spawanie elementów konstrukcji należy wykonać zgodnie z zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru Planem spawania zawartym w programie wytwarzania danej konstrukcji. Wszystkie prace spawalnicze można powierzać jedynie wykwalifikowanym spawaczom, posiadającym aktualne uprawnienia. Niezależnie od posiadanych uprawnień zaleca się sprawdzenie aktualnych umiejętności spawaczy poprzez wykonanie próbnych złączy elektrodami stosowanymi do spawania przedmiotowej konstrukcji (szczególnie dotyczy elektrod zasadowych). Każda spoina powinna być oznaczona osobistym znakiem spawacza, wybijanym na obu końcach krótkich spoin w odległości 10-15 mm od brzegu, a na długich spoinach w odległości co 1 m.

Należy prowadzić dziennik spawania. W dzienniku spawania powinny być odnotowane wszelkie odstępstwa od Dokumentacji Projektowej i technologicznej jak również stwierdzone usterki wykonawstwa. Dziennik spawania powinien być prowadzony na bieżąco i tak samo potwierdzany przez Inspektora Nadzoru (kontroli jakości). Za prowadzenie dziennika odpowiedzialny jest bezpośredni kierownik robót.

5.5.4. Przygotowanie do spawania

Powierzchnie i brzegi części przygotowanych do spawania powinny być suche, czyste i wolne od widocznych pęknięć i karbów. Części składowe złącza powinny być obrobione i złożone odpowiednio do stosowanej metody spawania i z zachowaniem dopuszczalnych odchyłek zgodnie z PN-EN 29692 i PN-EN-ISO 9692-2. Jeżeli w celu usunięcia zbyt dużych odchyłek odstępu krawędzi stosuje się ich napawanie, to powinno ono być wykonane według przyjętej procedury, a ścieg napawany powinien być dobrze wtopiony w materiał i wyrównany szlifierką przed włączeniem w spoinę.

Materiały dodatkowe do spawania powinny być starannie magazynowane, transportowane oraz przygotowywane do użycia zgodnie z warunkami technicznymi producenta. Materiały z oznakami uszkodzeń (pęknięcia i odpryski otuliny, zardzewiały lub zanieczyszczony drut itp.) nie powinny być stosowane.

Spawany element powinien być zabezpieczony przed bezpośrednimi oddziaływaniami wiatru, deszczu i śniegu, zwłaszcza przy spawaniu w osłonie gazów. W temperaturze otoczenia niższej niż 0 °C należy stosownie do rodzaju konstrukcji rozważyć zastosowanie podgrzania.

Części złożone do spawania powinny być tak unieruchomione za pomocą spoin szczepnych lub odpowiedniego oprzyrządowania, aby podczas spawania był zachowany właściwy odstęp pomiędzy brzegami materiału, a po ukończeniu spawania odchyłki wymiarów elementu mieściły się w granicach dopuszczalnych. Element powinien być złożony do spawania tak, aby był łatwy dostęp i widok dla spawacza.

5.5.5. Wykonywanie spawania

Temperatura otoczenia przy spawaniu stali niskostopowych o zwykłej wytrzymałości powinna być wyższa niż 0° C., a stali o podwyższonej wytrzymałości wyższa niż +5°C. Niedopuszczalne jest spawanie podczas opadów atmosferycznych przy niezabezpieczeniu przed nimi stanowisk roboczych i złączy spawanych.

W utrudnionych warunkach atmosferycznych (wilgotność względna powietrza większa niż 90%, mżawka, wiatry o prędkości większej niż 5 m/s, temperatury powietrza niższe niż podane wyżej należy opracować i uzgodnić specjalne środki gwarantujące otrzymanie spoin należytej jakości.

Wprowadzanie dodatkowych spoin lub zmiany położenia spoin w stosunku do projektu są niedopuszczalne.

Jeśli skład chemiczny stali i warunki stygnięcia mogą spowodować nadmierne utwardzenie stali, to należy zastosować podczas spawania (włącznie ze spoinami szczepnymi) wstępne podgrzewanie stali, tak by w strefie wpływu ciepła twardość stali nie wzrosła ponad wymagania PN-EN 288-3. Szerokość strefy podgrzanej każdej części powinna być nie mniejsza niż 75 mm od osi spoiny. Parametry wstępnego podgrzania powinno się określić wg PN-EN 1011-2. Pomiar temperatury należy wykonać wg PN-EN ISO 13916. Parametry i warunki wstępnego podgrzania powinny być zestawione w WPS.

Jeśli proces składania lub wznoszenia wymaga przyspawania elementów pomocniczych, uchwytów, to powinny one być tak umieszczone, aby można je było łatwo usunąć bez uszkodzenia głównego elementu. Strefy, w których niedozwolone jest przyspawanie elementów pomocniczych, powinny być określone w dokumentacji projektowej.

Spoiny łączące elementy pomocnicze z elementem głównym powinny być wykonane zgodnie z planem spawania. Technologia spawania tych złączy powinna podlegać procedurze uznaniowej. Po odcięciu elementów dodatkowych powierzchnia elementu powinna być oszlifowana. Należy sprawdzić, czy w miejscu przyspawania elementów dodatkowych nie powstały pęknięcia.

Powierzchnie łączonych elementów na szerokości nie mniejszej niż 15 mm od rowka spoiny należy przed spawaniem oczyścić ze zgorzeliny, rdzy, farby, tłuszczu i innych zanieczyszczeń do czystego metalu.

Ukosowanie brzegów elementów można wykonywać ręcznie, mechanicznie lub palnikiem tlenowym, usuwając zgorzelinę i nierówności. Wszystkie spoiny czołowe powinny być podspawane lub wykonane taką technologią (np. przez zastosowanie odpowiednich podkładek), aby grań była jednolita i gładka. Dopuszczalna wielkość podtopienia lub wklęsnięcia grani w podspoinie wg PN-EN ISO 9692-1:2008 Obróbkę spoin można wykonać ręcznie szlifierką lub frezarką albo zastosować inną obróbkę mechaniczną pod warunkiem, że miejscowe zmniejszenie grubości przekroju elementu nie przekroczy 3% tej grubości.

Przygotowanie elementów do wykonania spoin (przygotowanie brzegów, rowków do spawania) należy wykonać wg PN-EN ISO 9692-2:2002.

Do wykonywania połączeń spawanych można używać wyłącznie materiałów spawalniczych przewidzianych w projekcie technologicznym. Materiały te powinny mieć zaświadczenie o jakości. Do wykonania spoin szczepnych należy stosować spoiwa w gatunku takim samym jak na warstwy przetopowe i na pierwsze warstwy wypełniające.

Opakowanie, przechowywanie i transport elektrod, drutów do spawania i topników powinny być zgodne z wymaganiami obowiązujących norm i zaleceniami producentów.

Suszenie elektrod i topników powinno być zgodne z zaleceniami producentów. Wystąpienie na powierzchni otuliny elektrod tzw. wykwitów białych kryształów świadczy o długotrwałym przetrzymywaniu elektrod w wilgotnym powietrzu, a także o wejściu wody w reakcję chemiczną ze składnikami otuliny. Wykwity te dowodzą starzenia się elektrody. Suszenie takich elektrod jest bezcelowe, a ich użycie zabronione.

Do żłobienia elektropowietrznego należy stosować elektrody grafitowo-węglowe miedziowane w gatunku ESW 252 lub inne zgodnie z normą PN-EN-69000.

Do żłobienia łukowego - stosować elektrody stalowe otulone EC1.

Sprzęt spawalniczy powinien umożliwiać wykonanie złączy spawanych zgodnie z technologią spawania i dokumentacją konstrukcyjną. Jego stan techniczny powinien zapewnić utrzymanie określonych parametrów spawania, przy czym wahania natężenia i napięcia prądu podczas spawania nie mogą przekraczać 10%. Czołowe spoiny pasów należy kończyć poza przekrojem samego pasa, używając do tego płytek wybiegowych. Płytki wybiegowe powinny mieć tę samą grubość i kształt co spawane pasy. Po przymocowaniu płytek (za pomocą zacisków) spoiny powinny być na nie wprowadzone na długość co najmniej 25 mm. Przy usuwaniu płytek wybiegowych należy przeprowadzić cięcie w odległości co najmniej 3 mm od brzegu pasa, a następnie usunąć nadmiar przez obróbkę mechaniczną.

Wszystkie spoiny po wykonaniu podlegają badaniu, ocenie jakości i odbiorowi. Niedopuszczalne są rysy lub pęknięcia w spoinie albo materiale w jej sąsiedztwie.

Obrabiane widoczne powierzchnie spoiny nie powinny mieć wtrąceń żużla, pasm żużlowych lub zakłębnień. W spoinach nie obrabianych nierówność lica spoiny nie powinna przekraczać 15% grubości spawanych elementów. Wady spoin pachwinowych i czołowych wykrywalne przez oględziny spoin i makroskopowe nieniszczące badania określa się wg PN-EN ISO 15614-1:2008

Spoiny lub ich części ocenione w wyniku badań jako nie odpowiadające wymaganiom należy usunąć w sposób nie powodujący uszkodzeń konstrukcji lub powstania w niej dodatkowych naprężeń. Powtórnie wykonane spoiny w miejscu usuniętych należy poddać ponownemu badaniu w pełnym zakresie łącznie z prześwietleniem.

Przygotowanie brzegów i powierzchni elementów do spawania

Przygotowanie brzegów do spawania należy przeprowadzić wg normy PN-EN ISO 9692-2:2002.

Powierzchnie przylegające.

Powierzchnie pracujące na docisk powinny być obrobione. Konstrukcja powinna być podzielona na zespoły spawalnicze, których wymiary ograniczają możliwości transportu. Należy dążyć, by jak największa część spoin była wykonana automatycznie, a zwłaszcza spoiny łączące pasy ze środkiem.

Wszystkie spoiny po wykonaniu podlegają badaniu, ocenie jakości i odbiorowi. Każda spoina powinna być oznaczona marką spawacza. Wykonawca obowiązany jest dokonać badania spoin i udostępnić je do kontroli Inspektorowi nadzoru. Badania spoin polegające na oględzinach i makroskopowych badaniach nieniszczących prowadzi Inspektor nadzoru osobiście. Badania radiograficzne i ultradźwiękowe wykonywać mogą jedynie laboratoria zaakceptowane przez Komisję Kwalifikacyjną podczas przewodu kwalifikującego Wytwórnę.

Inspektor nadzoru uprawniony jest do zarządzania dodatkowych badań stopiwa i złączy spawanych w każdej fazie wytwarzania konstrukcji.

Badania, potwierdzające jakość robót spawalniczych prowadzić należy według PN-EN ISO 9692-2:2002.

. Wytwórca zobowiązany jest gromadzić pełną dokumentację badań w postaci protokołów i przekazać ją Inspektorowi nadzoru podczas odbioru ostatecznego konstrukcji.

Minimalna długość spoin szczepnych powinna wynosić 50 mm, lecz dla grubości materiału mniejszej niż 12 mm dopuszcza się aby minimalna długość spoin szczepnych wynosiła minimum czterokrotną grubość elementu grubszego. Dla grubości materiału powyżej 50 mm lub dla materiałów o granicy plastyczności powyżej 500 N/mm² nr powinno się stosować większe długości i

grubości spoin szczepnych. W złączach wykonywanych automatycznie lub w całkowicie zmechanizowanym procesie spoiny szczepne powinny być włączone w proces spawania. Jeśli spoina szczepna ma być włączona w spoinę projektowaną (nieusunięta – całkowicie przetopiona w procesie spawania), to kształt spoiny szczepnej i materiały do jej wykonania powinny być stosowane z uwzględnieniem właściwości spoiny projektowanej.

Spoiny szczepne powinny być prawidłowo wtopione i oczyszczone przed wykonaniem dalszych ściegów. Spoiny szczepne pęknięte oraz spoiny szczepne, nie przewidziane do włączenia do spoiny projektowanej, powinny być wycięte. Części łączone za pomocą, spoin pachwinowych powinny możliwie blisko przylegać do siebie. Ewentualne odchyłki odstępów nie powinny

przekroczyć wartości wg PN-EN 25817. Spoina pachwinowa powinna mieć grubość nie mniejsza, niż projektowana, z uwzględnieniem ewentualnego głębokiego wtopienia.

Zakończenia spoiny czołowej powinny mieć jakość i pełną grubość przewidzianą dla spoiny czołowej.

Spoiny czołowe o pełnym przetopie mogą być wykonywane bez podkładki lub na podkładce. Stała podkładka może być zastosowana tylko w przypadkach przewidzianych w projekcie i w sposób określony przez plan spawania. Podkładka powinna w sposób ciągły ściśle przylegać do materiału rodzimego.

Jeśli proces spawania wymaga wycięcia grani, to można to wykonać za pomocą żłobienia elektropowietrznego, palnikiem, strugania lub szlifowania. Warunki procesu wycinania grani powinny być zestawione w procedurze spawalniczej (WPS).

Wycięcie grani powinno mieć odpowiednią głębokość i kształt litery U w celu umożliwienia dobrego dostępu i wtopienia w poprzednio ułożone stopiwo. Otwory dla spoin otworowych powinny mieć wymiary umożliwiające dobry dostęp do spawania.

Dopuszcza się aby otwory i wycięcia ze względu na ryzyko pęknięcia nie były wypełniane stopiwem chyba, że wymaga tego dokumentacja konstrukcyjna. Jeśli wymaga się aby otwory i wycięcia były wypełnione stopiwem, powinno się je wypełnić do końca, o ile pierwszy ścieg uzna się za dopuszczalny.

Jeżeli stosuje się obróbkę cieplną po spawaniu, to powinna być ona ujęta w instrukcji technologicznej spawania (WPS). Należy unikać rozprysków spawalniczych przez dobór odpowiednich parametrów spawania, osłony lub zabezpieczenie powierzchni odpowiednimi środkami, a w razie ich wystąpienia usunąć je przez lekkie oszlifowanie powierzchni.

Wady powierzchniowe w rodzaju pęknięć, lokalnych wgłębień w ułożonym ściegu lub warstwie powinny być usunięte przed ułożeniem następnej warstwy spoiny.

Naprawy spoin powinny być wykonane na podstawie odpowiedniej i uznanej technologii spawania.

Żużel spawalniczy powinien być usunięty z każdego ściegu przed ułożeniem następnej warstwy spoiny oraz z lica gotowej spoiny po jej wykonaniu. Sposób obróbki i wykończenia lica spoiny powinny być zgodne z dokumentacją.

5.5.6. Usuwanie odkształceń konstrukcji po spawaniu

Każdy z segmentów konstrukcji po wykonaniu spawania podlega dokładnej kontroli pod względem zgodności kształtu geometrycznego z projektem. Wszelkie odchyłki większe od dopuszczalnych muszą być usunięte.

Projekt technologiczny prostowania konstrukcji, zgodny z punktami 2.4.1.2., 2.4.2.8., 2.6.8. i 2.8. normy PN-S-10050 ma być przygotowany przez

Wytwórcę. Projekt opisujący zakres Robót i sposoby technologiczne prostowania muszą zostać zatwierdzone przez Inspektora nadzoru.

Operacja usuwania odkształceń spawalniczych odbywać się powinna w obecności przedstawiciela Inspektora nadzoru. Wystąpienie pęknięć czy innych uszkodzeń w elemencie w trakcie usuwania lub po usunięciu odkształceń spawalniczych powoduje jego dyskwalifikację i odrzucenie danego elementu.

5.6. Połączenia zgrzewane, zgrzewanie i przypawanie kołków

Wymagania dotyczące innych połączeń zgrzewanych powinny być określone szczegółowo w projekcie. Przypawanie kołków powinno być wykonywane zgodnie z PN- EN ISO 13918 i PN-EN ISO 14555 (U). Przy serii kołków co dwudziesty kołek powinien być odgięty w ramach kontroli.

Miejsca przewidziane do zgrzewania kołków (do zespolenia z betonem) powinny być uprzednio oczyszczone z luźnej rdzy, zgorzeliny walcowniczej, powłok malarskich i wilgoci. Kołki mogą być łączone do belek stalowych przez blachę pokrycia z zachowaniem następujących warunków:

- blacha nieocynkowana powinna mieć grubość nie przekraczającą 1,5 mm, a powierzchnię co najwyżej lekko skorodowaną,
- blacha ocynkowana powinna mieć grubość nie przekraczającą 1,25 mm, a grubość powłoki nie przekraczającą 30 µm z każdej strony,
- blacha powinna możliwie ściśle przylegać do powierzchni belek, a ewentualna szczelina nie przekraczać 2 mm,
- połączenie kołkami przez arkusze blachy lub podwójną grubość zagiętej na brzegu arkusza blachy powinno być wykonywane po ustaleniu procedury na podstawie uprzednich prób.

5.7. Połączenia na łączniki mechaniczne

5.7.1. Wymagania ogólne

Połączenia należy wykonywać zgodnie z projektem i wymaganiami PN-EN-1993-1-1.

Łączniki należy stosować odpowiednio do rodzaju połączenia, wielkości i rodzaju obciążeń oraz warunków wykonania wg PN-EN-1993-1-1 i norm wyrobu. Łączniki nie uwzględnione w normach wyrobu powinny być stosowane zgodnie z warunkami technicznymi określonymi dla tych wyrobów. Odchyłki wykonawcze wymiarów i usytuowania otworów na śruby, nity i sworznie podano w tablicy 7.

Wymagania dotyczące kontroli i badań połączeń podano w 8.6.

5.7.2. Połączenia na śruby

Nakrętki i podkładki zaleca się stosować odpowiednio do klasy wytrzymałości śrub i rodzaju połączenia wg tablicy 5.

Tablica 5

Rodzaj połączenia	Śruby		Nakrętki		Podkładki	
	Klasa	Norma	Klasa	Norma	Klasa	Norma
Nie sprężane	4.6	PN-EN ISO 4016 (U) PN-EN ISO 4018 (U) ¹⁾	4	PN-EN ISO 4034 (U)	100	PN-EN ISO 7091 (U)
	4.8		5 ²⁾			
	5.6	PN-EN ISO 4014 (U) PN-EN ISO 4017 (U) ¹⁾	5	PN-EN ISO 4032 (U)	200 ⁴⁾	PN-EN ISO 7089 (U) PN-EN ISO 7090 (U)
	5.8		8 10 ⁶⁾			
	8.8			10 12 ⁶⁾		
	10.9					
Sprężane	8.8		8		300	PN-EN ISO 7090 (U)
	10.9		10		od 315 do 370	

¹⁾ Z gwintem na całej długości

²⁾ Dla śrub d > 16 mm kl. 4.

³⁾ Podkładki klinowe

⁴⁾ Twardość zalecana.

⁵⁾ Do czasu ustanowienia PN-EN.

⁶⁾ Zalecane do śrub z powłoką metaliczną.

Śruby klasy wyższej niż 10.9 nie powinny być stosowane w połączeniach sprężanych, bez odpowiedniego potwierdzenia wynikami badań. Długość części gwintowanej trzpienia śruby powinna być dobrana tak, aby pod nakrętką pozostawał nie mniej niż jeden zwój gwintu w połączeniach niesprężanych i nie mniej niż cztery zwoje gwintu w połączeniach sprężanych.

Przed rozpoczęciem sprężania połączenia śruby powinny być wstępnie dokręcone ręcznie wg 5.8.1. Dopuszcza się pozostawienie lokalnych szczelin do 1 mm, jeżeli w projekcie nie jest wymagany docisk na całej powierzchni, a styk zostanie zabezpieczony przed korozją. Dokręcanie śrub w połączeniu sprężanym należy wykonywać sukcesywnie od środka każdego złącza wielośrubowego, powtarzając całą procedurę aż do uzyskania równomiernego napięcia śrub.

Dokręcanie śrub może być wykonywane jedną z następujących metod:

- kontrolowanego momentu dokręcania wg 5.8.3,
- kontrolowanego obrotu nakrętki wg 5.8.4,
- kombinowaną wg a) i b) wg 5.8.5,
- bezpośrednich wskaźników napięcia wg 5.8.6.

Metoda dokręcania powinna być zgodna z zaleceniami producenta śrub. Wybór metody dokręcania śrub należy do Wykonawcy robót, jeżeli w projekcie nie podano inaczej. Śruby dokręcone do wartości siły S_o nie powinny być powtórnie stosowane do sprężania połączeń.

5.7.3. Metoda kontrolowanego momentu dokręcenia

Moment dokręcenia potrzebny do osiągnięcia w śrubie siły sprężenia wg 5.8.2 powinien być przyjęty wg zaleceń producenta lub określany doświadczalnie.

Moment dokręcenia śrub ocynkowanych należy przyjmować wg zaleceń producenta lub określać doświadczalnie wg C.1.

Klucze dynamometryczne stosowane do dokręcania śrub powinny być wykalibrowane z dokładnością, nie mniejszą niż $\pm 5\%$.

Klucze dynamometryczne i skuteczność dokręcania śrub w połączeniach powinny być kontrolowane wg 6.5.2.

5.7.4. Metoda kontrolowanego obrotu nakrętki

Wszystkie śruby w połączeniach powinny być jednakowo dokręcone "do pierwszego oporu" (wg 5.8.1). Położenie nakrętek względem gwintu śrub należy po dokręceniu oznaczyć w sposób trwały i widoczny dla kontroli. Końcowe dokręcenie śrub klasy 8.8 należy wykonać przez obrót nakrętek względem gwintu śrub o kąt podany w tablicy 7, zależnie od całkowitej grubości złącza t (łącznie z podkładkami). Gdy powierzchnia docisku łba lub nakrętki nie jest prostopadła do osi śruby, kąt obrotu należy ustalić doświadczalnie.

Tablica 7

Całkowita grubość złącza	Kąt obrotu nakrętki
$t < 2d$	120°
$2d < t < Ad$	150°
$4d < t < 6d$	180°
$6d < t < 8d$	210°
$8d < t < 10d$	240°

Sposób dokręcania śrub klasy 10.9 należy przyjmować wg zaleceń producenta lub określać doświadczalnie wg C.1, lub też stosować metodę kombinowaną wg 5.8.5.

5.7.5. Metoda kombinowana

Wstępne dokręcenie śrub należy wykonać momentem $0,75 M_o$ wg 5.8.3, używając klucza dynamometrycznego, a następnie oznaczyć położenie nakrętek względem gwintu śrub jak w 5.8.4. Końcowe

dokręcenie śrub należy wykonać przez obrót nakrętek względem gwintu śrub o kąt określony doświadczalnie lub zalecony w tablicy 8 zależnie od całkowitej grubości złącza t (łącznie z podkładkami).

Gdy powierzchnia docisku łba lub nakrętki nie jest prostopadła do osi śruby, kąt obrotu należy ustalić doświadczalnie.

Tablica 8

Całkowita grubość złącza	Kąt obrotu nakrętki
$t < 2d$	60°
$2d < t < 6d$	90°
$6d < t < 10d$	120°

5.7.6. Metoda bezpośrednich wskaźników napięcia

Sposób montowania podkładek sygnalizujących osiągnięcie siły sprężenia oraz sposób dokręcania śrub powinien być zgodny z instrukcją producenta i weryfikacją doświadczalną wg załącznika C.1.

5.7.7. Powierzchnie styku w połączeniach ciernych

Sposób obróbki powierzchni ciernych powinien odpowiadać wymaganej klasie powierzchni.

Klasyfikację powierzchni ciernych zależnie od współczynnika tarcia u oraz sposobu obróbki powierzchni podano w tablicy 9.

Podczas montażu połączeń powierzchnie cierne powinny być pozbawione wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń i śladów rdzy.

Tłuszcz należy usuwać środkami chemicznymi. Przy stosowaniu innych sposobów obróbki powierzchni od wykazanych w tablicy 14, klasę połączenia należy określać wg załącznika C. Powłoki ochronne nakładać bezpośrednio po oczyszczeniu powierzchni.

Po sprężeniu połączenia szczeliny w styku powierzchni ciernych nie większe niż 0,5 mm mogą występować tylko lokalnie i nie więcej niż na 1/3 powierzchni.

Tablica 9

Klasa powierzchni ciernej	Najmniejszy współczynnik tarcia u	Sposób obróbki
A	0,50	śrutowanie lub piaskowanie bez śladów rdzy i wżerów, śrutowanie lub piaskowanie i metalizowanie natryskowe aluminium, śrutowanie lub piaskowanie i metalizowanie natryskowe produktem cynkowym po badaniach $u > 0,50$
B	0,40	śrutowanie lub piaskowanie i malowanie farbą krzemianową alkalicznocynkową o grubości od 0,50 μm do 0,80 μm
C	0,30	oczyszczenie szczotką drucianą lub opalanie bez śladów rdzy

D	0,20	bez obróbki
---	------	-------------

5.7.8. Połączenia na śruby pasowane i sworznie

Trzpienie śrub i sworzni pasowanych powinny być wykonane w polu tolerancji h11 wg PN-EN 20286-2. Gwint śrub nie powinien znajdować się w płaszczyźnie ścinania. Sworznie należy zabezpieczyć przed przemieszczeniem. Otwory na śruby i sworznie pasowane należy wiercić z dokładnością w polu tolerancji h13 wg PN-EN 20286-2. Otwory na sworznie niepasowane mogą być wykonywane wg 6.1. W przypadku grupy otworów wszystkie otwory z grupy w obu łączonych częściach zaleca się wykonywać wspólnie. Otwory do rozwiercania na montażu powinny mieć średnicę o 3 mm mniejszą. Łączniki pasowane należy osadzać w otworach bez użycia nadmiernej siły, nie uszkadzając gwintu. Przy wymianie łączników należy stosować wybijaki.

5.8. Próbnny montaż konstrukcji stalowej

5.8.1. Próbnny montaż

Należy dążyć, aby wytwarzana stalowa konstrukcja była próbnie zmontowana przez Wytwórcę tej konstrukcji. Próbnny montaż wytworzonych elementów stalowej konstrukcji. Do próbnego montażu można przystąpić po dokonaniu odbioru wytworzonych elementów stalowej konstrukcji przez Inspektora Nadzoru oraz uzyskaniu jego akceptacji dla przewidywanych sposobów przeprowadzenia próbnego montażu i stosowanych technologii. W razie, kiedy wykonanie w Wytwórni montażu próbnego całej konstrukcji nie jest uzasadnione technicznie i ekonomicznie (np. w przypadku dużych elementów spawanych na miejscu budowy) Inspektor Nadzoru może dopuścić wykonanie montażu próbnego polegającego na sprawdzeniu przez przyłożenie wymiarów przylegających do siebie zespołów spawalniczych. Należy sprawdzić czy jest zachowane wymagane podniesienie wykonawcze.

Dopuszczalna odchyłka podniesienia wykonawczego wynosi $\pm 10\%$ projektowanego, pod warunkiem, że linia wygięcia wstępnego na płynny przebieg (odchyłka różnic rzędnych w sąsiednich punktach nie powinna przekraczać 10° o tej wartości).

Wszystkie elementy należy oznaczyć w sposób trwały i wyraźny wg pisemnego schematu oznaczeń i schemat ten załączyć do dokumentacji powykonawczej.

Części do składania powinny być czyste oraz zabezpieczone przed korozją, co najmniej w miejscach, które po zmontowaniu zespołu będą niedostępne. Części składowe powinny być tak składane, by przy scaleniu elementu nie powstały uszkodzenia lub odchyłki przekraczające dopuszczalne tolerancje wykonania. Naprowadzanie otworów (sworzniami lub kołkami) nie powinno powodować ich owalizacji większej niż 0,5 mm. Jeśli otwory nie mogą być naprowadzone bez nadmiernej ich deformacji, to części należy odrzucić, chyba że dopuszczalne jest odpowiednie rozwiercenie otworów.

Otwory do połączeń tymczasowych przy składaniu powinny być wykonane zgodnie z projektem. Po wykonaniu zespołu przyleganie dwóch części, połączonych na kilku powierzchniach stykowych, powinno być skontrolowane za pomocą sprawdzianu lub przez dociągnięcie. Jeśli z projektu wynika, że wymagane jest

wstępne wygięcie, to powinno być ono sprawdzone na całkowicie wykonanym zespole. O przeprowadzanym próbnym montażu należy każdorazowo pisemnie, z wyprzedzeniem trzydniowym zawiadamiać Inspektora Nadzoru oraz Wykonawcę montażu docelowego na budowie. Na zakończenie próbnego montażu należy spisać protokół z jego przeprowadzenia, podając w nim wszelkie istotne dla konstrukcji dane, a w szczególności:

- stwierdzenia o zgodności wykonanej konstrukcji z Dokumentacją Projektową, wraz ze szczegółowym omówieniem odchyłek od wymiarów teoretycznych
- linię podniesienia wykonawczego i odchyłki od linii teoretycznej -znaki pomiarowe na sąsiednich elementach konstrukcji, ich oznakowanie i wymiary względem siebie w zmontowanej konstrukcji.

5.8.2. Zabezpieczenie antykorozyjne przed wysyłką

Elementy konstrukcji muszą być przed wysyłką zabezpieczone przeciwkorozyjnie zgodnie z projektem wykonawczym.

Wykonanie czynności związanych z zabezpieczeniem, tj. przygotowania powierzchni i nanoszenia powłok ochronnych powinno być przewidziane w możliwie wczesnej fazie wytwarzania konstrukcji.

5.9. Montaż i scalanie konstrukcji na placu budowy

Montaż powinien być wykonywany zgodnie z projektem konstrukcji i projektem montażu z zastosowaniem środków zapewniających stateczność w każdej fazie montażu oraz osiągnięcie projektowanej nośności i sztywności po ukończeniu robót. Projekt montażu powinien być przygotowany przez dostawcę konstrukcji oraz być akceptowany przez projektanta konstrukcji. Przed rozpoczęciem montażu na placu budowy powinny być spełnione wszystkie niezbędne warunki określone w specyfikacji technicznej i w projekcie montażu. Jeżeli roboty wykonywane są przez kilku Wykonawców, projekt montażu powinien być przez nich uzgodniony pod względem terminu wykonywania robót, obciążeń montażowych i warunków zapewnienia bezpieczeństwa pracy.

5.9.1. Ustalenia dotyczące metod montażu

Metoda montażu konstrukcji powinna być określona w projekcie montażu na podstawie założeń projektowych, warunków placu budowy oraz posiadanego sprzętu i doświadczenia Wykonawcy. Projekt montażu powinien określać kolejność montażu, sposób zapewnienia stateczności konstrukcji podczas montażu i po jego ukończeniu, stężenia i podpory montażowe oraz warunki ich usunięcia, stężenia z blachy fałdowej zabezpieczające elementy przed zwichrzeniem lub zapewniające stateczność konstrukcji, podniesienia wykonawcze warsztatowe i montażowe, terminy wykonania i rodzaj podlewek fundamentowych, inne czynniki, które mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji podczas montażu.

5.9.2. Składowanie konstrukcji na placu budowy

Obowiązkiem Wykonawcy montażu jest przygotowanie placu składowego konstrukcji i udostępnienie go Wytwórcy, by mógł dokonać rozładunku dostarczonej konstrukcji i usunąć ewentualne uszkodzenia powstałe w transporcie. Konstrukcję na placu budowy należy układać zgodnie z projektem technologii montażu uwzględniając kolejność poszczególnych faz montażu.

Konstrukcja nie może bezpośrednio kontaktować się z gruntem lub wodą i dlatego należy ją układać na podkładach drewnianych lub betonowych (np. na podkładach kolejowych). Sposób układania konstrukcji powinien zapewnić:

- jej stateczność i nieodkształcalność
- dobre przewietrzenie elementów konstrukcyjnych
- dobrą widoczność oznakowania elementów składowych
- zabezpieczenie przed gromadzeniem się wód opadowych, śniegu, zanieczyszczeń itp.

W miarę możliwości należy dążyć do tego, aby dźwigary i belki były składowane w pozycji pionowej (takiej jak w konstrukcjach) podparte na węzłach.

5.9.3. Przemieszczanie elementów konstrukcji do ostatecznego ich położenia

Obowiązkiem Wykonawcy montażu jest przygotowanie placu składowego konstrukcji i udostępnienie go Wytwórcy, by mógł dokonać rozładunku dostarczonej konstrukcji i usunąć ewentualne uszkodzenia powstałe w transporcie. Konstrukcję na placu budowy należy układać zgodnie z projektem technologii montażu uwzględniając kolejność poszczególnych faz montażu.

Konstrukcja nie może bezpośrednio kontaktować się z gruntem lub wodą i dlatego należy ją układać na podkładach drewnianych lub betonowych (np. na podkładach kolejowych). Sposób układania konstrukcji powinien zapewnić:

5.9.4. Wykonanie połączeń tymczasowych

Konstrukcja musi być scalona wg projektu montażu i projektu technologii spawania zawierającego plan spawania. Spawane styki montażowe mogą być wykonane przy zapewnieniu warunków przewidywanych w projekcie technologi spawania, a szczególnie przy odpowiedniej temperaturze, wilgotności oraz osłonięciu od wiatrów.

5.9.5. Wykonanie połączeń stałych na miejscu budowy

Wszystkie połączenia stałe na budowie są skręcane na śruby.

Połączenia doczołowe wykonuje się na śruby o klasie wytrzymałości zgodnej z projektem wykonawczym konstrukcji stalowych.

Należy skontrolować moment dokręcenia śrub, zgodnie z klasą i średnicą śruby.

5.9.6. Podpory konstrukcji

Przed ostatecznym osadzeniem konstrukcji na podporach Inspektor nadzoru musi dokonać ostatecznego odbioru kotew i ich posadowienia. Opuszczenie konstrukcji nie może powodować deformacji wykraczających poza obszar pracy sprężystej nawet w przypadku awarii podnośników. W czasie osadzania główne elementy muszą zachowywać swoje płaszczyzny. Śruby kotwiące i inne podpory konstrukcji powinny być przygotowane odpowiednio do połączenia z konstrukcją przed rozpoczęciem montażu. Wymiary kielichów i gniazd do zamocowania elementów konstrukcji powinny umożliwiać regulację położenia tych elementów oraz ich zamocowanie montażowe i stałe. Przed rozpoczęciem montażu nośność zakotwień, śrub i ścianek zagłębień kielichowych powinna osiągnąć wartość odpowiednią do bezpiecznego przenoszenia obciążeń montażowych. Podpory konstrukcji należy utrzymywać przez cały okres montażu w stanie zapewniającym przekazywanie obciążeń.

Zaprawę należy przed użyciem wymieszać i stosować odpowiednio do konsystencji w stanie ciekłym do podlewania i w stanie wilgotnym do podbijania, tak, aby wolna przestrzeń pod blachą podstawy została całkowicie wypełniona. Jeśli odległość od krawędzi podstawy przekracza 150 mm, należy przewidzieć otwory odpowietrzające.

5.9.7. Zakotwienia śrubowe

Śruby i elementy kotwiące należy przed zabetonowaniem osadzić trwale w prawidłowym położeniu za pomocą szablonów.

Średnica studzienki na śrubę kotwioną mechanicznie podczas montażu do elementu zabetonowanego w fundamencie powinna umożliwiać swobodny montaż kotwi. Głębokość studzienki powinna być większa o 150 mm od głębokości zakotwienia. Studzienki należy zabezpieczyć przed zamarznięciem wody. Aby umożliwić regulację położenia śruby, średnica studzienki lub gniazda wokół górnej części śruby zabetonowanej w fundamencie powinna wynosić nie mniej niż 75 mm lub trzykrotna średnica śruby.

Przy zakotwieniach na śruby zabetonowane do powierzchni fundamentu należy przewidzieć odpowiednią regulację w otworach powiększonych w blasze podstawy.

Regulację w kierunku prostym do powierzchni fundamentu należy przewidywać w granicach tolerancji określonych w tablicy 15, jeżeli w projekcie nie podano inaczej. Do regulacji podczas montażu mogą być stosowane podkładki stalowe lub dodatkowe nakrętki na śrubach zabetonowanych przed montażem. Długość śruby ponad fundamentem i długość części gwintowanej powinna umożliwiać regulację podstawy w skrajnych położeniach w stosunku do powierzchni fundamentu.

5.9.8. Prace montażowe

Elementy konstrukcji powinny być trwale i widocznie oznakowane zgodnie z oznaczeniami przyjętymi na rysunkach montażowych. Transport i składowanie elementów należy wykonywać w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniami.

Jeżeli uszkodzone elementy są naprawiane przed montażem, sposób naprawy powinien być uzgodniony z osobą uprawnioną do kontroli jakości. W każdym stadium montażu konstrukcja powinna mieć zdolność przenoszenia sił wywołanych wpływami atmosferycznymi oraz obciążeniami montażowymi, sprzętem i materiałami. Roboty należy tak wykonywać, aby żadna część konstrukcji nie została podczas montażu przeciążona lub trwale odkształcona. Stałe połączenia elementów konstrukcji powinny być wykonywane dopiero po dopasowaniu styków i wyregulowaniu całej konstrukcji lub jej niezależnej części.

Przekładki stosowane do regulacji konstrukcji w połączeniach należy wykonywać ze stali o odpowiednich właściwościach plastycznych, a po osadzeniu zabezpieczyć przed wypadnięciem. W połączeniach śrubowych zakładkowych szczelina w styku niesprężanym nie powinna przekraczać 2 mm, a w styku sprężanym 1 mm. Stosowane przekładki nie powinny być cieńsze niż 2 mm.

Zaleca się dopasowywanie otworów na śruby za pomocą przebijaków; w razie konieczności można je rozwiercać.

W przypadkach, w których zastosowanie przekładek nie pozwala na wyregulowanie konstrukcji, należy dokonać odpowiedniej korekty elementów w warsztacie lub na budowie po uzgodnieniu z projektantem.

5.9.9. Zabezpieczenie antykorozyjne po montażu

Zasadnicze zabezpieczenie konstrukcji stalowej przed korozją wykonywane jest w Wytwórni. Po ukończeniu montażu powłokę antykorozyjną należy skontrolować, ewentualne ubytki oczyścić i pokryć farbą analogiczną do zastosowanej w Wytwórni.

5.9.10. Rusztowania montażowe

Rusztowania do montażu powinny być zaprojektowane i obliczone na siły wynikające z projektu montażu konstrukcji ustroju niosącego. Zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru i projektanta konstrukcji projekt rusztowań nie może być bez ich zgody zmieniany. Rusztowania stalowe z elementów składanych do wielokrotnego użytku powinny odpowiadać wymaganiom normowym.

W zasadniczych wymiarach rusztowań drewnianych dopuszcza się następujące odchyłki:

- w rozstawie szeregów pali lub jarzm $\pm 5\%$ rozstawu - w wychyleniu jarzm rusztowań z płaszczyzny pionowej $\pm 5\%$
- wysokości jarzm, lecz nie więcej niż 5 cm
- w rozstawie poprzecznie pomostu ± 5 cm.

5.9.11. BHP i ochrona środowiska

Za przestrzeganie aktualnie obowiązujących państwowych i lokalnych przepisów o BHP i ochronie środowiska odpowiada

Wykonawca. Inspektor Nadzoru nie może nakazać wykonania czynności, których wykonanie naruszyłoby postanowienia tych przepisów.

5.10. Ochrona przed korozją i ochrona przeciwogniowa

5.10.1. Wymagania ogólne

Wysyłane na budowę elementy konstrukcji stalowych powinny być zabezpieczone w zakładzie wytwórczym przed korozją (powłokami malarskimi, metalowymi lub metalowo – malarskimi) oraz przed ogniem, zgodnie z wymaganiami dokumentacji technicznej zgodnie z wymaganiami dokumentacji technicznej.

Po otrzymaniu konstrukcji Zamawiający powinien sprawdzić stan wykonanych powłok w zakładzie i ewentualne uszkodzenia powstałe w czasie transportu i przeładunku usunąć. Sposób naprawy ewentualnie uszkodzonych powierzchni powinien być uzgodniony z Wykonawcą konstrukcji i Projektantem. W przypadku stwierdzenia, że powłoki na konstrukcji uległy zniszczeniu w okresie składowania lub że nie odpowiadają wymaganiom dokumentacji technicznej, kierownictwo budowy zobowiązane jest powiadomić pisemnie o tym przedstawiciela Zamawiającego i uzgodnić z nim sposób doprowadzenia powłok do stanu zgodnego z wymaganiami dokumentacji.

Wszelkie prace związane z ochroną przed korozją i ogniem można wykonywać jedynie na tych elementach, których prawidłowe wykonanie w operacjach poprzedzających została potwierdzona protokołem odbioru lub wpisem do dziennik budowy.

Zasady ochrony przed korozją powinny być zgodne z wg PN-EN ISO 12944-3 oraz zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 12944-8.

Dla stali powinno się określać:

- kategorię korozyjną środowiska wg PN-EN ISO 12944-2 lub opisowo dla środowisk innych niż atmosfera.
- oczekiwany okres trwałości do pierwszej większej renowacji (Ri3 wg PN-ISO 4628-3),
- wymagany sposób przygotowania powierzchni wg PN-EN ISO 12944-4 i PN-EN ISO 8504 (U), umiejscowienie tego procesu rodzaj zalecanego ścierniwa (typ, granulacja) oraz rodzaj gruntu czasowej ochrony (jeśli występuje),
- sposób zabezpieczenia (np. powłoki lakierowe, powłoki metalowe, powłoki metalizacyjno - organiczne, ochrona kompleksowa, tzn. powłoki i ochrona elektrochemiczna),
- wymagania dotyczące powłok lakierowych: nazwa producenta, nazwa i symbol farby, ilość warstw, grubość jednej warstwy, kolor,
- numer PN lub aprobaty technicznej, umiejscowienie procesu w cyklu montażu konstrukcji. Przy doborze powłok należy uwzględniać PN-EN ISO 12944-5,
- wymagania dotyczące powłok metalowych wg PN-EN ISO 1461, PN-EN ISO 14713,
- sposób zabezpieczenia połączeń i łączników,
- klasę połączeń ciernych (jeśli występują),
- wymagania dotyczące odporności ogniowej (jeśli występują): klasę odporności ogniowej, rodzaj pasywnej ochrony (bierna lub aktywowana termicznie), grubość powłok wchodzących w skład systemu (zgodnie z informacjami podanymi w aprobacie technicznej).

W przypadku stosowania ochrony elektrochemicznej wymagane jest opracowanie odpowiedniego projektu. Sposób i warunki przechowywania materiałów powinny być zgodne z wymaganiami ich producentów. Aplikacja farb i wykonywanie ewentualnych poprawek powinny być zgodne z wymaganiami PN-EN ISO 12944-7 i zapewnić deklarowaną jakość pokrycia oraz spodziewany okres trwałości. Procedury przygotowania powierzchni, nakładania farb, usuwania uszkodzeń powłoki i wykonywania poprawek powinny być opracowane w ramach dokumentacji wykonawczej.

5.10.2. Przygotowanie powierzchni

Powierzchnia stali przed nakładaniem powłok lakierowych powinna być przygotowana zgodnie z wymaganiami podanymi w projekcie, metodami podanymi w PN-EN ISO 12944-4 i PN-EN ISO 8504. Parametry jakościowe powierzchni powinny być określone zgodnie z PN-ISO 8501, PN-EN ISO 8502 i PN-EN ISO 8503. Powierzchnie przeznaczone do natryskiwania cieplnego powinny być przygotowane zgodnie z PN-EN 13507.

Wymagany stopień przygotowania powierzchni pod malowanie określono w projekcie jako St 1.

Profil powierzchni określony wzorcem chropowatości G wg PN-EN ISO 8503-2 powinien odpowiadać stopniowi "pośredniemu" lub "gruboziarnistemu". Powierzchnie elementów przeznaczonych do styku z betonem powinny być oczyszczone i pozostawione nie malowane, o ile w projekcie nie podano inaczej.

5.10.3. Wykonywanie powłok

Do zabezpieczenia przed korozją i ogniem należy stosować materiały, które objęte są normami przedmiotowymi lub świadectwem dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Materiały powinny być użyte do zabezpieczenia w okresie ich gwarancji jakości, a właściwości materiałów powinny być potwierdzone zaświadczeniami o jakości. Materiały, których jakość nie jest potwierdzona odpowiednim zaświadczeniem lub dla których minął okres gwarancji, można dopuścić do stosowania, jeśli zostaną zbadane w upoważnionym laboratorium, a wyniki badań – potwierdzone orzeczeniem pisemnym – będą zgodne z wymaganiami norm przedmiotowych lub świadectw dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

Wykonawstwo prac malarskich powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w PN-EN ISO 12944-7. Należy spełniać wszystkie wymagania podane w kartach katalogowych wyrobów opracowanych przez producentów farb, a szczególnie przestrzegać czasów do nałożenia następnej warstwy oraz warunków w trakcie aplikacji, schnięcia i utwardzenia powłok.

Jeżeli wymagania dokumentacji technicznej nie określają inaczej, to wykonanie powłok malarskich przeciwkorozyjnych i malarskich ogniochronnych jest dozwolone, gdy temperatura otoczenia miejsca pracy mierzona termometrem rtęciowym o elementarnej działce 0,5°C wynosi co najmniej 5°C, temperatura konstrukcji nagrzanej przez promieniowanie słoneczne lub prace spawalnicze nie przekracza 40°C, w wilgotność względna powietrza mierzona hydrometrem o dokładności wskazań $\pm 5\%$ nie przekracza 85%. Temperatura malowanej powierzchni powinna być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy otaczającego powietrza.

Czyszczenie i malowanie na otwartej przestrzeni nie można wykonywać w czasie występowania opadów atmosferycznych, mgły i w pobliżu źródła wydzielania pyłu. W godzinach rannych czyszczenie i malowanie należy rozpocząć po wyschnięciu wilgoci z powierzchni konstrukcji, a w godzinach popołudniowych – zakończyć przed wystąpieniem rosenia. Oczyszczone powierzchnie przed upływem 6 godzin należy pomalować warstwą farby podkładowej. Gdyby w okresie tym wystąpiła wilgoć na oczyszczonej powierzchni, to po jej wyschnięciu operację czyszczenia należy wykonać ponownie.

Przy wykonywaniu powłok przeciwkorozyjnych i ogniochronnych innych niż malarskie należy przestrzegać wymagań dotyczących temperatury otoczenia miejsca pracy, wilgotności powietrza, czasów międzyoperacyjnych i innych szczegółowych wymagań określonych w dokumentacji technicznej.

Wymiary elementów przeznaczonych do cynkowania zanurzeniowego oraz niezbędne otwory technologiczne powinny być uzgodnione z cynkownią. Powłoki cynkowe zanurzeniowe powinny odpowiadać wymaganiom PN-EN ISO 1461 i PN-EN ISO 14713.

Powłoki metalowe natryskiwane cieplnie powinny spełniać wymagania norm PN-EN 22063, PN-EN ISO14922-1,2,3,4, PN-EN ISO 14713.

Zabezpieczenie konstrukcji przed ogniem należy wykonać ściśle wg wytycznych producenta wybranego systemu zabezpieczeń.

5.10.4. Zalecenia szczegółowe

Strefa malowania nie powinna zachodzić na strefę nie malowaną głębiej niż 30 mm. Strefa o szerokości 150 mm wzdłuż krawędzi przygotowanych do spawania montażowego powinna mieć powłokę spawalną lub powinna być zabezpieczona taśmą. Powierzchnie niedostępne po montażu powinny być pomalowane przed montażem.

Sposób przygotowania podłoża i nakładania powłok na powierzchniach ciernych powinien być zgodny z technologią zapewniającą uzyskanie wymaganej klasy powierzchni. Powierzchnie cierne powinny być odpowiednio zabezpieczone na okres przed montażem połączeń.

Powierzchnie styku elementów łączonych śrubami zwykłymi i pasowanymi należy po przygotowaniu do wykonania złącza odtłuścić, oczyścić i pomalować jednokrotnie farbą podkładową zastosowaną do gruntowania pozostałych powierzchni konstrukcji. Skręcanie śrubami należy wykonać po wyschnięciu powłoki. Dolne części konstrukcji ze stali trudno rdzewiejącej narażone na długotrwałe działanie wilgoci powinny być zabezpieczone powłokami malarskimi. W celu uzyskania jednolitej barwy powierzchnie eksponowane powinny być po wykonaniu montażu piaskowane. Szczeliny w stykach łączonych, miejsca osadzenia łączników mechanicznych oraz nieszczelności spoin w konstrukcjach narażonych na wpływy atmosferyczne powinny być odpowiednio zabezpieczone przed przenikaniem wody.

Rodzaj i sposób ochrony korozyjnej łączników mechanicznych powinien być dostosowany do sposobu zabezpieczenia całej konstrukcji i wymaganej trwałości.

Po odbiorze technicznym zmontowanej konstrukcji należy powierzchnie zewnętrzne złączy, wystające części nakrętek, podkładek, krawędzie styku oraz spoiny, przyległe powierzchnie i miejsca z brakującymi powłokami

oczyścić do wymaganego w dokumentacji stopnia czystości oraz uzupełnić powłokami w liczbie i w rodzaju jak na pozostałych powierzchniach konstrukcji.

Elementy zakotwień nie dostępne do konserwacji powinny być zabezpieczone przed korozją trwale na cały okres użytkowania obiektu.

6. Kontrola jakości

Ogólne zasady kontroli jakości Robot podano w OST 00-00.

6.1. Obowiązki Wykonawcy

Wykonawca ma obowiązek prowadzić kontrolę jakości prowadzonych przez siebie Robót, niezależnie od działań kontrolnych Inspektora Nadzoru.

6.2. Sprawdzenie jakości materiałów

6.2.1. Badania kontrolne stali

Należy sprawdzić spełnienie wymagań podanych w punkcie 2.3. niniejszej ST. Ponadto należy sprawdzić, czy użyte elementy stalowe jak blachy, płaskowniki, kształtowniki są zgodne z Dokumentacją Projektową co do gatunku i odpowiadają właściwym normom przedmiotowym podanym w punkcie 2.3. niniejszej ST.

6.2.2. Badania kontrolne

Należy sprawdzić posiadanie atestów producenta na wyroby stalowe, oraz odczekanie śrub i nakrętek. Do każdej partii wyrobu powinno być wystawione przez Wykonawcę zaświadczenie zawierające co najmniej:

- datę wystawienia zaświadczenia,
- nazwę i adres Wytworni,
- oznaczenie wyrobu wg norm przedmiotowych,
- masę netto wyrobu lub liczbę sztuk,
- wyniki badań,
- podpis i pieczęć Wytworni.

6.2.3. Badanie materiałów spawalniczych (spoiwa)

Badanie materiałów spawalniczych polega na sprawdzeniu czy posiadają atesty wystawione przez Wytwórcę tych materiałów.

Atesty muszą potwierdzać zgodność danego materiału z normami przedmiotowymi określonymi w punkcie 2.4 niniejszej Specyfikacji oraz zgodność okresu gwarancji dla danego wyrobu.

6.3. Sprawdzenie wymiarów konstrukcji

Sprawdzenie kształtu konstrukcji obejmuje sprawdzenie prostoliniowości elementów ewentualnych wybrzuszeń średników dźwigarów z ich płaszczyzny, odchylenia płaszczyzny elementu od płaszczyzn przyjętych w Dokumentacji Projektowej (płaszczyzny pionowe, poziome lub pochyłe).

Przy odbiorze wykonywanych elementów należy sprawdzić ich zgodność z projektem oraz przeprowadzić kontrolę wymiarów geometrycznych z użyciem właściwych metod i narzędzi pomiarowych. Umiejscowienie i częstość pomiarów powinny być określone w planie kontroli i badań z uwzględnieniem szczególnych wymagań zawartych w projekcie oraz obejmujących próbny montaż konstrukcji, jeśli jest przeprowadzany.

Gdy dopuszczalne odchyłki określone w 4.7 są przekroczone, to należy postępować następująco:

- 1) jeśli nadmierne odchyłki można usunąć bez większych trudności, to należy je usunąć, a element powtórnie skontrolować,
- 2) jeśli jest trudne usunięcie nadmiernych odchyłek, to można wprowadzić w konstrukcji odpowiednie modyfikacje, kompensujące wpływ tych odchyłek, pod warunkiem uzgodnienia z projektantem konstrukcji.

6.3.1. Tolerancje montażu - Odchyłki wytwarzania

Odchyłki wymiarów elementów konstrukcyjnych po scaleniu z części (blach, kształtowników) powinny odpowiadać wymaganiom określonym w niniejszym podrozdziale.

6.3.2. Elementy i części składowe

Odchyłki długości, prostoliniowości, wstępnego wygięcia i płaskości od wymiarów nominalnych elementów nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 13.

Tablica 13

Lp.	Odchyłka	Parametr	Odchyłki dopuszczalne
1.	Długość	Długość mierzona w osi wzdłużnej profilu lub narożu z pasem. Odchyłki wymiaru linowego i odchyłki kształtu mogą się sumować - element nie obrobiony na obu końcach do styku dociskowego - element na obu końcach obrobiony do styku dociskowego	$\square = \pm 3 \text{ mm}$ $\square = \pm (2 \text{ mm} + L/5000)$ $\square = \pm (2 \text{ mm} + L/10000)$
2.	Prostoliniowość	Prostoliniowość rzutów osi wzdłużnej profilu w kierunku równoległym i prostopadłym do płaszczyzny średnika.	$\square =$ większa z wartości: [L / 1000] [3 mm]
3.	Strzałki wygięcia belki	f – strzałki wygięcia w połowie długości mierzona przy poziomym położeniu średnika \square – odchyłki strzałki wygięcia od położenia teoretycznego	$\square =$ większa z wartości: [L / 1000] [6 mm]

4.	Nachylenia płaszczyzny końców elementu	Nachylenie płaszczyzn końcowej do osi podłużnej elementu, (odchyłka od położenia teoretycznego): - część końcowa nieobrobiona - część końcowa obrobiona do styku czołowego	D – większy wymiar profilu w płaszczyźnie pomiaru odchyłki $\square = \pm (D / 300)$ $\square = \pm (D / 1000)$
5.	Prostopadłość w miejscach podpór	Odchyłka od pozycji pionowej środka na podporach w elementach bez żeber	$\square =$ większa z wartości: [L / 300] [3 mm]

6.3.2.1. Środniki i żebra usztywniające

Deformacja środników, odchyłki od prostoliniowości żeber usztywniających ścianki odchyłki rozmieszczenia żeber nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 14. Odchyłki wg tablicy 14, poz. a) odnoszą się również do pasów belek.

Tablica 14

Lp.	Odchyłka	Parametr	Odchyłki dopuszczalne
1.	Deformacja środnika	Deformacja \square na wysokości środnika lub na długości bazy pomiarowej równej wysokości profilu (d)	$\square =$ większa wartość: [d / 100 mm] [3 mm]
2.	Żebra usztywniającego	Odchyłka \square od prostoliniowości równoległe do płaszczyzny środnika	$\square =$ większa z wartości: [d / 250] [3 mm]
		Odchyłka \square od prostoliniowości prostopadle do płaszczyzny środnika	$\square =$ większa z wartości: [d / 500] [3 mm]
3.	Rozmieszczenie żeber usztywniających	Odchyłka \square od położenia określonego wymiarem na rysunku	$\square = \pm 5$ mm
		Niezamierzony mimośród e między częściami żebra dwustronnego	$e = t / 2$ t – grubość środnika

6.3.3. Otwory, wycięcia i krawędzie czołowe

Odchyłki wymiarów i położenia otworów do łączników niepasowanych, wymiarów wycięć i prostokątności ciętych krawędzi nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 15.

Tablica 15

Lp.	Odchyłka	Parametr	Odchyłki dopuszczalne
1.	Położenie otworu w grupie	Odchyłka \square osi otworu od jego położenia w grupie otworów określonego na rysunku. d0 – średnica otworu d – średnica trzpienia	gdy d0 – d \geq 2mm $\square = \pm 2$ mm gdy d0 – d < 2mm $\square = \pm 1$ mm

2.	Położenie grupy otworów	Odchyłka □ grupy otworów w środniku od ich projektowanego położenia.	□ = ± 2 mm
		wymiar a (odl. osi otworów od krawędzi kształtownika) ≤ 300 mm wymiar b (odl. osi otworów od osi grupy otworów) ≤ 300 mm wymiar c (odl. między osiami grup otworów dla sąsiednich grup) wymiar d (odchylenie osi skrajnych współosiowych otworów w grupie od teoretycznej linii): - gdy h < 1000 mm - gdy h > 1000 mm h – wysokość środnika	□ = ± 2 mm □ = ± 1 mm □ = ± 3 mm □ = ± 2 mm □ = ± 3 mm
3.	Wycięcia	Odchyłka □ wymiarów wycięcia wymiar d (długość): wymiar l (głębokość):	□ = + 2 mm □ = - 0 mm
4.	Prostopadłość płaszczyzny cięcia blachy	Odchyłka □ prostopadłości płaszczyzny cięcia do płaszczyzny blachy	□ = ± 0,1t mm t – grubość blachy
5.	Okrągłość otworu	Różnica średnic największej i najmniejszej. d1 – d2	d1 – d2 ≤ 0,5 mm dla śrub do M16 d1 – d2 ≤ 1 mm dla śrub powyżej M16
6.	Średnicy otworu	Odchyłka □ od średnicy nominalnej	□ ≤ 0,5 mm
7.	Średnicy otworu na grubości blachy t	Odchyłka średnicy otworu na grubości blachy	□ ≤ 0,5 mm dla t < 8 mm □ ≤ 0,8 mm dla 8 mm ≤ t ≤ 8 mm □ ≤ 1,0 mm dla t > 12 mm

6.3.4. Powierzchnie styków dociskowych

Powierzchnie styku powinny być prostopadłe do kierunku docisku zgodnie z 6.3.4. Płaskość powierzchni przewidzianych do stykowania elementów powinna być taka, aby szczelina pod liniałem przyłożonym do powierzchni w dowolnym kierunku nie była większa niż 0,5 mm. Powierzchnie stykowe do połączeń śrubowych powinny spełniać wymagania podane w 5.8.7. Jeśli blachy stykowe podparte żebrami usztywniającymi są dopasowywane w celu przenoszenia docisku, to szczelina między powierzchniami stykowymi nie powinna nigdzie przekraczać 1 mm i powinna być mniejsza niż 0,5 mm na co najmniej dwóch trzecich nominalnej powierzchni stykowej.

6.3.5. Tolerancje montażu - Połączenia doczołowe

W połączeniach śrubowych doczołowych, w których wymagany jest docisk na całej powierzchni styku, szczeliny w styku blach czołowych po dokręceniu śrub. Szczelina A nie powinna być mniejsza od 0,5 mm na co najmniej 2/3 pola powierzchni styku, a lokalnie nie powinna być większa od 1 mm.

Przy wystąpieniu szczelin większych należy stosować odpowiednio dopasowane przekładki z miękkiej stali, które mogą być ustabilizowane spoinami. Liczba przekładek w jednym miejscu nie powinna być większa niż trzy.

W projekcie mogą być przyjęte przez Projektanta inne tolerancje i odchyłki. Wartości tolerancji i odchyłek określone w dokumentacji projektowej są wiążące dla Wykonawcy robót.

6.4. Badanie spoiwa i złączy spawanych

Kontrola przed rozpoczęciem i podczas prac spawalniczych powinna być wykonywana według programu badań przez wykwalifikowany personel mający przynajmniej pierwszy stopień kwalifikacji i odpowiedni certyfikat wg PN-EN 473.

Dopuszczalne odchyłki przygotowania brzegów do spawania powinny być przyjmowane wg PN-EN 29692, PN-EN ISO 9692-2 i PN-EN 25817 lub odpowiednio do postanowienia w projekcie lub w programie badań.

Należy wykonać następujące badania:

- 1) składu chemicznego spoiwa (zawartość C, P, S),
- 2) własności mechaniczne spoiwa (R_{η}), R_{σ} , A5, Z),
- 3) próbę statyczną rozciągania doczołowych złączy spawanych (R_{η}),
- 4) próbę zginania doczołowych złączy,
- 5) próbę uderzeniową złączy na próbkach z karbem w kształcie litery V w temp. -20 °C,
- 6) plastyczność złączy spawanych,
- 7) rozkład twardości w złączu spawanym, h) badania metalograficzne.

Badania te należy przeprowadzić wg wskazań i zakresu podanego w PN-89/S-10050. Ocena wyników badań wg PN-S-10050.

Ponadto wszystkie spoiny po wykonaniu podlegają badaniom i ocenie zasad podanych w punkcie 5.2.2.1. niniejszej ST.

6.4.1. Ocena po wykonaniu spawania

Każde połączenie spawane powinno podlegać kontroli - co najmniej badaniom wizualnym. Kontrola jakości połączeń spawanych powinna być wykonywana przez wykwalifikowany personel mający przynajmniej pierwszy stopień kwalifikacji i odpowiedni certyfikat, a kierowanie pracami kontrolnymi powinna wykonywać osoba mająca przynajmniej drugi stopień kwalifikacji i odpowiedni certyfikat - oba wg PN-EN 473.

Ustalając przedmiot i zakres badań (mniejszy, równy lub większy niż podano w tablicy 19), należy uwzględniać charakterystykę wytworzenia (np. wymagania wg PN-EN-1993-1-1), warunki eksploatacji i technologię wykonania złącza. Jeśli w projekcie nie określono szczegółowego zakresu badań nieniszczących, to należy przyjmować:

- 1) dla konstrukcji klasy 1 i konstrukcji wykonywanych ze stali kategorii wg PN-EN 10113-1, PN-EN 10113-2, PN-EN10137-1 i PN-EN 10137-2 - zakres badań wg tablicy 19,
- 2) dla konstrukcji klasy 2 - zakres obejmujący 5 % ogólnej liczby styków doczołowych oraz 1 % łącznej długości spoin pachwinowych przy największej grubości łączonych części dla każdego gatunku stali.

Dodatkowe badania nieniszczące należy wykonać w zakresie technicznym określonym w tablicach B.1 i B.2 normy. Jeśli wynik kontroli wrywkowej danego złącza wskazuje na niedopuszczalne niezgodności, należy zbadać dodatkowo dwa odcinki spoiny przylegającej z obu stron do odcinka z niedopuszczalnymi niezgodnościami. W przypadku wykrycia w tych spoinach dalszych niedopuszczalnych niezgodności, należy badania wykonać w 100%.

6.5. Badanie połączeń na łączniki mechaniczne

6.5.1. Ocena połączeń śrubowych niesprężanych

Wszystkie połączenia powinny być sprawdzone optycznie pod względem prawidłowego przylegania części, kompletności oraz właściwej klasy śrub i nakrętek. Dokręcenie śrub należy sprawdzać młotkiem. Połączenia poprawiane lub uzupełniane należy poddać powtórnemu odbiorowi.

6.5.2. Ocena połączeń śrubowych sprężanych

Prawidłowość działania kluczy dynamometrycznych ręcznych należy kontrolować codziennie przed rozpoczęciem pracy.

Klucze pneumatyczne i hydrauliczne powinny być kontrolowane po każdej zmianie momentu. Po wstępnym scaleniu i montażu należy sprawdzić prawidłowość przylegania części łączonych oraz zadysponować niezbędne przekładki.

Ocena powierzchni ciernych powinna obejmować czyszczenie powierzchni, nakładanie powłok oraz stan powierzchni bezpośrednio przed scaleniem połączeń. Badanie po sprężeniu kluczem dynamometrycznym powinno obejmować co najmniej 10 % śrub, a jeżeli liczba śrub jest mniejsza niż 20 - dwa połączenia. W miejscu, w którym nakrętka śruby obróci się podczas kontroli więcej niż o 15°, należy sprawdzić całą grupę śrub. Jeśli śruba zostanie zakwestionowana, cała grupa śrub powinna być wymieniona.

Sposób sprawdzania śrub dokręcanych metodą inną niż metoda kontrolowanego momentu powinien być podany w projekcie.

6.5.3. Ocena połączeń na śruby pasowane i sworznie

Ocena powinna obejmować sprawdzenie dopasowania części łączonych i otworów do osadzenia łączników, a po ich osadzeniu, szczelność wypełnienia otworów przez trzpienie łączników. Szczegółowe wymagania dotyczące kontroli połączeń powinny być podane w projekcie.

6.6. Badanie cięcia termicznego elementów

Jeśli w Wytwórni są stosowane procesy cięcia termicznego, to jakość cięcia powinna być systematycznie kontrolowana.

Kontrola powinna obejmować cztery rodzaje prób cięcia:

- 1) najgrubszego materiału w linii prostej,
- 2) najcieńszego materiału w linii prostej,
- 3) naroża ostrego,
- 4) naroża w łuku.

Pomiary przeprowadzone na dwóch próbkach o długości co najmniej 200 mm, pobranych z prób cięcia w linii prostej wg a) i b) powinny spełniać wymagania odpowiednio do postanowienia w projekcie lub w planie kontroli i badań. W oględzinach prób cięcia naroża wg c) i d) powinno się stwierdzić jakość zgodną z wymaganiami dla próby cięcia w linii prostej.

Powierzchnie cięte termicznie powinny spełniać wymagania jakości wg PN-EN ISO 9013:

- jakość II dla cięcia elementów poddawanych obciążeniom przeważająco stałym i brzegów, które przetwarzane są spawaniem
- jakość I dla cięcia elementów narażonych na obciążenia dynamiczne

Alternatywnie – jakość powierzchni cięcia można oceniać na podstawie dwóch wielkości wg wzorów [3] i [4]:

$$U < 1 + 0,015 a \text{ [3]}$$

$$Rz < 110 + 1,8a \text{ [4]}$$

w których:

a - grubość materiału, w milimetrach;

u - odchylenie od kąta prostego, względnie od pochylenia nominalnego (projektowanego), w milimetrach;

Rz - głębokość odchyłek cięcia (szorstkość), w mikrometrach, (wartość średnia amplitud z pięciu kolejnych pojedynczych długości pomiarowych).

Jeśli wyniki pomiarów są negatywne, np. proces cięcia należy wstrzymać aż do jego poprawienia i powtórnego sprawdzenia.

6.7. Twardość lokalna

Jeśli proces obróbki powoduje miejscowe utwardzenie materiału, to jego sprawdzenie należy przeprowadzić następująco:

- 1) wykonać z zastosowaniem sprawdzanego procesu cztery próbki z materiałów odpowiadających materiałowi obrabianemu, najbardziej wrażliwych na miejscowe utwardzenie,
- 2) wykonać cztery badania twardości lokalnej w miejscach szczególnie narażonych na utwardzenie, próbę przeprowadzić wg PN-EN 1043-1,
- 3) twardość w żadnym przypadku nie powinna przekraczać 380 HV10.

Jeśli proces nie spełnia powyższych wymagań, to powinien być wstrzymany i poprawiony. W przypadku, kiedy nie ma możliwości spełnienia wymagania odnośnie twardości, warstwy utwardzone powinny być przed spawaniem usunięte.

6.8. Kształt otworów

Jeśli do wykonywania otworów stosuje się procesy obróbki plastycznej (wykrawanie, przebijanie), to powinny być one systematycznie kontrolowane w następujący sposób:

- 1) wykonuje się, z zastosowaniem sprawdzanego procesu, osiem próbek z materiału odpowiadającego obrabianemu materiałowi pod względem średnicy otworu oraz grubości i gatunku materiału,
- 2) sprawdza się wymiar otworów na obu końcach każdego otworu.
- 3) odchyłki wymiarów i rozmieszczenia otworów nie powinny przekraczać wartości wg 6.3.5.

Jeżeli proces nie spełnia powyższych wymagań, to powinien być wstrzymany i poprawiony. Może on być nadal stosowany wyłącznie do materiałów, w przypadku których spełnia te wymagania.

6.9. Ocena zabezpieczania powierzchni

Ocenę stanu przygotowania powierzchni należy przeprowadzić wg norm: PN-ISO 8501-1, PN-ISO 8501-2, grupy norm PN-EN ISO 8502 i PN-EN ISO 8803. Ocena wykonywania prac powinna obejmować kontrolę warunków otoczenia w trakcie czyszczenia, malowania, schnięcia i utwardzania powłok, kontrolę przestrzegania czasów pomiędzy nakładaniem poszczególnych warstw farb, grubość mokrej powłoki. Ocenie przygotowania powierzchni podlegają:

- stopień przygotowania powierzchni wg PN-ISO 8501-1 lub PN-ISO 8501-2;
- stopień odpylenia wg PN-EN ISO 8502-3;
- profil powierzchni wg PN-EN ISO 8503-2;
- obecność zanieczyszczeń jonowych (jeżeli jest wymagane) wg PN-EN ISO 8502-9 (lub innej normy z grupy PN-EN ISO 8502).

Ocena jakości pokrycia metalowego obejmuje:

- ocenę wyglądu;
- ocenę grubości wg PN-EN 22063; I
- ocenę przyczepności (w przypadkach uzasadnionych)

Ocena jakości pokrycia organicznego obejmuje:

- ocenę wyglądu;
- ocenę grubości wg PN-EN ISO 2808;
- ocenę przyczepności wg PN-EN ISO 2409 (metoda siatki nacięć) lub PN-EN 24624 (metoda odrywowa); ze względu na niszczący charakter badania należy przeprowadzać tylko w przypadkach uzasadnionych.

Wygląd zewnętrzny każdej powłoki należy ocenić okiem nieuzbrojonym, przy świetle dziennym, z odległości około 0,75 m.

Powłoki nie mogą zawierać zatłuszczenia, pęcherzy, spękań i zmarszczeń. Jeśli dokumentacja tego nie określa inaczej, to dopuszczalne są jedynie następujące wady:

- chropowatość lub wtrącenia mechaniczne do 4 na dm² powłoki,
- kratery – o charakterze ukłuc szpilki,
- zacieki lub ślady po pędzlu (sznary) – zacieki w miejscach niewidocznych w czasie eksploatacji obiektu,
- rysy po szlifowaniu podłoża.

Ocenę wyników pomiaru grubości należy interpretować zgodnie z PN-EN ISO 12944-7:

- grubość pokrycia lub sumaryczną grubość kolejno nakładanych powłok na konstrukcjach oczyszczonych do pierwszego i drugiego stopnia czystości należy mierzyć metodą magnetyczną lub elektromagnetyczną miernikami o dokładności pomiaru co najmniej $\pm 10\%$ w sposób określony we właściwych normach.
- sprawdzona grubość powinna być zgodna z wymaganiami dokumentacji.
- na powierzchniach oczyszczonych do trzeciego stopnia czystości należy sprawdzić w trakcie malowania liczbę nakładanych warstw, wymagając wykonania poszczególnych powłok w różnych kolorach. Zaleca się na powierzchniach oczyszczonych do trzeciego stopnia czystości kontrolować grubość każdej powłoki suchej zgodnie z metodą określoną w normie.
- wszystkie wyniki pomiarów mniejsze niż 0,8 nominalnej grubości powinny być odrzucone a powierzchnie te powinny być dodatkowo malowane;
- wszystkie wyniki pomiarów zawarte pomiędzy 0,8 a 1,0 wartości nominalnej powinny być przyjęte jeżeli średnia arytmetyczna z wszystkich pomiarów jest równa wartości nominalnej lub od niej wyższa;
- wyniki równe wartości nominalnej lub wyższe powinny być przyjęte; pojedyncze wyniki nie powinny przekraczać trzykrotnej wartości nominalnej.

We wszystkich przypadkach usuwania niezgodności kontrola powinna być wykonana powtórnie.

Przed nałożeniem każdej kolejnej powłoki należy sprawdzić wyschnięcie poprzedniej po czasie schnięcia określonym w instrukcji. Sprawdzenia należy dokonać przez mocne przyciśnięcie ręką na kilka sekund tamponu z waty o grubości około 5 mm. Powłokę należy uznać za wyschniętą, jeżeli po zdjęciu tamponu, włókna waty nie przylegają do jej powierzchni.

6.10. Ocena montażu konstrukcji

6.10.1. Wymagania ogólne

Ocena montażu konstrukcji powinna obejmować:

- kontrolne pomiary geodezyjne przed rozpoczęciem montażu, podczas montażu i po jego ukończeniu stan podpór i ich usytuowanie,
- zgodność metody montażu z projektem montażu i spełnienie wymagań bezpieczeństwa pracy,
- stan elementów konstrukcji przed montażem i po zmontowaniu,
- wykonanie i kompletność połączeń
- wykonanie powłok ochronnych naprawy elementów konstrukcji, połączeń i powłok ochronnych oraz usuwanie innych niezgodności.

6.10.2. Pomiary kontrolne

Położenie elementów konstrukcji powinno być ustalane i oceniane metodami geodezyjnymi za pomocą odpowiedniego sprzętu pomiarowego z dokładnością niezbędną do zachowania wymaganych tolerancji montażu.

Dokładność położenia elementów konstrukcji podczas montażu może być określana pod obciążeniem ciężarem własnym, jeżeli w projekcie nie podano inaczej.

Przemieszczenia od obciążenia użytkowego, jeśli mają znaczenie, powinny być podane w projekcie. Tolerancje montażu powinny być określone w odniesieniu do środków przekrojów na końcach lub osi środkowych na górnym lub zewnętrznym licu elementów z uwzględnieniem istotnego wpływu temperatury.

System pomiarów kontrolnych podczas montażu, a także operat geodezyjny pomiaru końcowego po ukończeniu montażu mogą obejmować tylko główne elementy szkieletu konstrukcyjnego.

6.11. Ocena wyników badań

Konstrukcja wykonana w Wytworni jak i po zmontowaniu na budowie może być uznana za wykonaną zgodnie z wymaganiami norm i niniejszej Specyfikacji, jeżeli wszystkie badania dadzą wynik pozytywny. W przypadku, gdy choć jedno badanie dało wynik negatywny, konstrukcja lub element wykonane niezgodnie z wymaganiami normy lub ST powinna być doprowadzona przez Wykonawcę do stanu zgodności z normami i ST oraz przedstawiona do ponownego zbadania.

Wyniki badań przeprowadzonych w Wytworni i po zmontowaniu konstrukcji powinien być wpisywane na bieżąco do Dziennika Budowy lub ujmowane w formie protokołów.

7. Odbiór robót

Odbioru robót dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) 00-00.

7.1. Wymagania ogólne

Ocena i badania powinny być wykonywane zgodnie z programem badań zawartym w planie jakości, obejmującym wszystkie stosowane materiały i wyroby oraz procesy wytwarzania i montażu. Zakres kontroli i badań należy dostosować do rodzaju konstrukcji i wymaganego poziomu jakości. Sposób korekty i dodatkowe badania niezgodności powinny spełniać wymagania projektu. Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane.

Odbiór końcowy konstrukcji powinien obejmować sprawdzenie i ocenę dokumentów kontroli i badań z całego okresu realizacji w celu ustalenia, czy wykonana konstrukcja jest zgodna z projektem i wymaganiami niniejszej normy. W szczególności powinny być sprawdzone:

- podpory konstrukcji,
- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,

- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

W protokole odbioru sporządzonym z udziałem stron procesu budowlanego należy podać co najmniej:

- przedmiot i zakres odbioru,
- dokumentację określającą komplet wymagań,
- dokumentację stwierdzającą zgodność wykonania z wymaganiami,
- protokoły odbioru częściowego,
- parametry sprawdzone w obecności komisji,
- stwierdzone usterki,
- decyzję komisji.

Kontrola jakości materiałów i wyrobów powinna się odbyć przy odbiorze dostawy od producenta i przed skierowaniem do produkcji.

Przy odbiorze dostawy należy sprawdzić:

- zgodność wyrobów z zamówieniem i dokumentacją dostawy,
- kompletność i prawidłowość dokumentów jakości, stan techniczny wyrobów (kontrola powierzchni, kształtu, konsystencji) znakowanie i opakowanie.

Przed skierowaniem wyrobów do produkcji należy sprawdzić:

- zgodność wyrobów i ich znakowania z dokumentacją dostawy i wymaganiami projektu,
- ważność terminów gwarancyjnych stosowania,
- stan techniczny, jak przy odbiorze dostawy.

7.2. Odbiory częściowe

Odbioru częściowego robót dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) 00-00.

Harmonogramy odbiorów częściowych sporządza Inspektor Nadzoru po zapoznaniu się z programem wytwarzania konstrukcji (pkt. 5.1.3.) i programem montażu (pkt. 5.1.4.) Harmonogramy stanowią integralną część akceptacji programów.

7.3. Odbiór końcowy

Odbioru końcowego robót dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) 00-00.

7.3.1. Szczegółowe zasady odbioru końcowego konstrukcji stalowych

W toku odbioru komisja obowiązana jest zapoznać się z przedłożonymi dokumentami, przeprowadzić badania zgodnie z wytycznymi podanymi w pkt. 6. niniejszej ST, porównać je z wymaganiami podanymi w ST,

dokumentacji projektowej i odpowiednich normach oraz dokonać oceny wizualnej robót. Konstrukcje stalowe powinny być odebrane, jeżeli wszystkie wyniki badań są pozytywne, a dostarczone przez Wykonawcę dokumenty są kompletne i prawidłowe pod względem merytorycznym. Jeżeli chociażby jeden wynik badań był negatywny roboty nie powinny być przyjęte. W takim wypadku należy przyjąć jedno z następujących rozwiązań:

- jeżeli to możliwe należy ustalić zakres prac korygujących Wykonawcy, usunąć niezgodności z wymaganiami określonymi w pkt. 6. i przedstawić roboty ponownie do odbioru,
- jeżeli odchylenia od wymagań nie zagrażają bezpieczeństwu budowli w okresie jej całej przewidywanej eksploatacji, nie uniemożliwiają wykonania zgodnie z projektem pozostałych robót stanu surowego i wykończeniowych oraz nie ograniczają trwałości wykonanych konstrukcji, Zamawiający może wyrazić zgodę na dokonanie odbioru końcowego z jednoczesnym obniżeniem wartości wynagrodzenia w stosunku do ustaleń umownych,
- w przypadku, gdy nie są możliwe podane wyżej rozwiązania Wykonawca zobowiązany jest usunąć wadliwie wykonane roboty, wykonać je ponownie i powtórnie zgłosić do odbioru.

W przypadku niekompletności dokumentów odbiór może być dokonany po ich uzupełnieniu.

Z czynności odbioru końcowego sporządza się protokół podpisany przez przedstawicieli Zamawiającego i Wykonawcy, według wzoru stanowiącego załącznik do umowy, zawierający:

- 1) datę, miejsce i przedmiot spisanego protokołu,
- 2) nazwiska przedstawicieli:
 - Inspektora Nadzoru
 - Wykonawcy montażu
 - jednostki przejmującej obiekt w administrację
 - jednostki naukowo-badawczej orzekającej o przydatności eksploatacyjnej obiektu.
- 3) ustalenia podjęte w trakcie prac komisji,
- 4) oświadczenie jednostki przejmującej obiekt w administrację o przejęciu od Wykonawcy kompletnej Dokumentacji Powykonawczej,
- 5) stwierdzenie zgodności wykonanego obiektu z Dokumentacją Projektową i wymaganiami Specyfikacji,
- 6) wykaz dopuszczonych do pozostawienia odstępstw od Dokumentacji Projektowej, nie mających wpływu na nośność, walory użytkowe i trwałość obiektu (mogą mieć wpływ na należność za wykonane roboty),
- 7) stwierdzenie o dokonaniu odbioru i określenie warunków eksploatacji,
- 8) podpisy stron odbioru wg pkt. 2) protokołu.

Protokół odbioru końcowego jest podstawą do dokonania rozliczenia końcowego pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą.

7.4. Odbiór po upływie okresu rękojmi i gwarancji

Odbioru robót po upływie okresu rękojmi i gwarancji dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) 00-00, z uwzględnieniem zasad opisanych w pkt. „Odbiór ostateczny (końcowy)”.

8. Rozliczenie robót

Ogólne zasady rozliczenia robót i płatności za ich wykonanie podane są w Ogólnej Specyfikacji (OST) 00-00. Podstawę rozliczenia oraz płatności wykonanego i odebranego zakresu robót stanowi wartość tych robót obliczona na podstawie szczegółowych ustaleń umownych - rozliczenie ryczałt.

9. Dokumenty odniesienia

Podstawowymi dokumentami odniesienia jest dokumentacja projektowa, opisująca przedmiot zamówienia na wykonanie robót budowlanych. Zawartość i układ Dokumentacji projektowej przedstawiono w pkt. 1.2. Ogólnej Specyfikacji Technicznej (OST) 00-00.

Pozostałe dokumenty:

9.1. Ustawy

Wykaz podstawowych ustaw zawarto w OST 00-00.

9.2. Rozporządzenia

Wykaz podstawowych rozporządzeń zawarto w OST 00-00.

9.3. Normy

- PN-EN-1993-1-1 Projektowanie konstrukcji stalowych
- PN-EN 288-1 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Postanowienia ogólne dotyczące spawania
- PN-EN 288-2 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Instrukcja technologiczna spawania łukowego
- PN-EN 288-3 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Badania technologii spawania łukowego stali
- PN-EN 288-5 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie- Uznawanie na podstawie stosowania uznanych materiałów dodatkowych do spawania łukowego
- PN-EN 288-6 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Uznawanie na podstawie uzyskanego doświadczenia
- PN-EN 288-7 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Uznawanie na podstawie stosowania standardowej technologii spawania łukowego
- PN-EN 288-8 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie- Uznawanie na podstawie badania przedprodukcyjnego spawania
- PN-EN 439 Spawalnictwo - Materiały dodatkowe do spawania - Gazy osłonowe do łukowego spawania i cięcia

- PN-EN 440 Spawalnictwo - Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe i stopiwo do spawania łukowego elektrodą topliwą w osłonie gazów stali niestopowych i drobnoziarnistych – Oznaczenie
- PN-EN 473 Badania nieniszczące - Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących - Zasady ogólne
- PN-EN 493 Części złączne - Nieciągłości powierzchni – Nakrętki
- PN-EN 10113-2 Wyroby walcowane na gorąco ze spawalnych drobnoziarnistych stali konstrukcyjnych. Techniczne warunki dostawy wyrobów po normalizowaniu lub walcowaniu normalizującym
- PN-EN 10113-3 Wyroby walcowane na gorąco ze spawalnych drobnoziarnistych stali konstrukcyjnych. Techniczne warunki dostawy wyrobów po walcowaniu termomechanicznym.
- PN-EN 10137-2 Blacha gruba i blacha uniwersalna ze stali konstrukcyjnej o podwyższonej wytrzymałości w stanie ulepszonym cieplnie lub utwardzonym wydzieleniowo - Warunki dostawy stali ulepszonych cieplnie
- PN-EN 10155 Stale konstrukcyjne trudno rdzewiejące - Techniczne warunki dostawy
- PN-EN 10204+A1 Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli
- PN-EN 20286-2 Układ tolerancji i pasowań ISO - Tablice klas tolerancji normalnych oraz odchyłek, granicznych otworów i wałków
- PN-EN 20898-2 Własności mechaniczne części złącznych - Nakrętki z określonym obciążeniem próbnym -Gwint zwykły
- PN-EN 22063 Powłoki metalowe i inne nieorganiczne - Natryskiwane cieplnie - Cynk, aluminium i ich stopy
- PN-EN 24624 Farby i lakiery - Próba odrywania do oceny przyczepności
- PN-EN 26157-1 Części złączne - Nieciągłości powierzchni - Śruby, wkręty i śruby dwustronne ogólnego stosowania
- PN-EN 45014 Ogólne kryteria deklaracji zgodności składanej przez dostawcę
- PN-EN ISO 898-1 Własności mechaniczne części złącznych wykonanych ze stali węglowej oraz stopowej - Śruby i śruby dwustronne
- PN-EN ISO 1461 Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe) - Wymagania i badania
- PN-EN ISO 2409 Farby i lakiery - Metoda siatki nacięć PN-EN ISO 2808 Farby i lakiery - Oznaczanie grubości powłoki
- PN- EN ISO 3269 (U) Części złączne - Badanie zgodności
- PN-EN ISO 3506 Własności mechaniczne części złącznych ze stali nierdzewnych odpornych na korozję (wszystkie arkusze)
- PN-EN ISO 4014 (U) Śruby z łbem sześciokątnym - Klasy dokładności A i B
- PN-EN ISO 4016 (U) Śruby z łbem sześciokątnym - Klasa dokładności C
- PN-EN ISO 4017(U) Śruby z gwintem na całej długości z łbem sześciokątnym - Klasy dokładności A i B
- PN-EN ISO 4018 (U) Śruby z gwintem na całej długości z łbem sześciokątnym - Klasa dokładności C

- PN-EN ISO 4032 (U) Nakrętki sześciokątne, odmiana 1 - Klasy dokładności A i B
- PN-EN ISO 4034 (U) Nakrętki sześciokątne - Klasa dokładności C
- PN-EN ISO 4042 Części złączne - Powłoki elektrolityczne
- PN-EN ISO 4759-1 (U) Tolerancje części złącznych -: Śruby, wkręty, śruby dwustronne i nakrętki – Klasy dokładności A B i C
- PN-EN ISO 7089 (U) Podkładki okrągłe - Szereg normalny - Klasa dokładności A
- PN-EN ISO 7090 (U) Podkładki okrągłe ze ścięciem - Szereg normalny - Klasa dokładności A
- PN-EN ISO 7091 (U) Podkładki okrągłe - Szereg normalny - Klasa dokładności C
- PN-EN ISO 9001 Systemy zarządzania jakością-Wymagania
- PN-EN ISO 10683 (U) Części złączne - Powłoki cynkowe nakładane nie elektrolitycznie
- PN-EN ISO 12944-2 Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą

9.4. Inne dokumenty

- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych wyd. Instytutu Techniki Budowlanej:
 - Zeszyt nr 442/2009 – Roboty spawalnicze
- Instrukcje i aprobaty techniczne producentów i dostawców materiałów.