

Plan spawania stalowej klatki schodowej

The welding plan of steel staircase

Streszczenie

Omówiono plan spawania stalowej klatki schodowej. Przedstawiono postać konstrukcyjną klatki, stosowane materiały podstawowe i dodatkowe do spawania oraz stosowaną technologię spawania. Zestawiono normy wykorzystywane w planie spawania. Podano wymagania dotyczące kontroli odbiorowej elementów handlowych i pochodzących z kooperacji, kontroli materiałów podstawowych i dodatkowych do spawania, spawaczy, przygotowania elementów do spawania oraz kontroli w trakcie i po spawaniu. Omówiono wymagania dotyczące naprawy wadliwych odcinków spoin oraz prostowania elementów. Przedstawiono schemat spawania.

Słowa kluczowe: technologia spawania, konstrukcja spawana

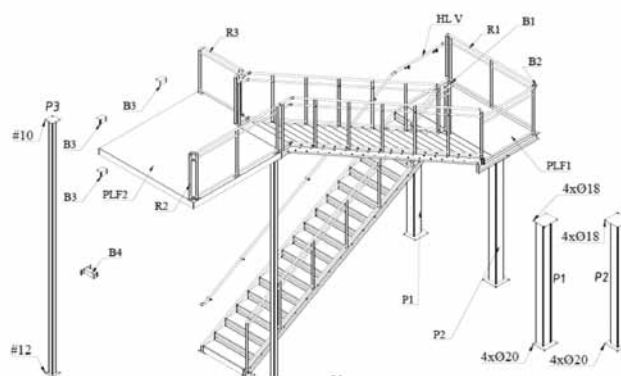
Abstract

A plan of welding a steel staircase was given. A structure of the staircase, usage of base and additional welding materials, and a technology of welding were given. Standards used in the process of welding were shown. Requirements, which refer to commission of trading elements and those from cooperation; to control base and additional welding materials, welders; to prepare elements to welding, as well as to control during and after welding process were specified. All the requirements, which relate to mend faulty fragments of welds and to straighten elements were described. A diagram of welding was given.

Keywords: welding procedure, welding structure

Wstęp

Przedstawiony w publikacji plan technologiczny spawania dotyczy spawania konstrukcji stalowej klatki schodowej z dwoma spocznikami. Główną konstrukcją nośną zaprojektowano jako ramę schodów składającą się z belek nośnych wykonanych z ceownika C140 oraz ramę spoczników wykonanych z ceownika C100 oraz blachy o grubości $g=8$ mm i $g=10$ mm, a także uchwytów wykonanych z blachy $g=8$ mm i ceownika C140. Całość spoczywa na stalowych słupach nośnych wykonanych z rur kwadratowych RK200 i RK100. Konstrukcja klatki (rys. 1) jest spawana metodą 135, a następnie ocynkowana lub malowana proszkowo, w zależności od wersji zamówienia. Pospawane elementy klatki schodowej są transportowane osobno na miejsce montażu, gdzie są montowane przez zamywającego za pomocą łączników śrubowych [1÷19].



Rys. 1. Stalowa klatka schodowa
Fig. 1. A steel staircase

mgr inż. Jacek Buława – Linde Gaz Polska, dr hab. inż. Jacek Słania, prof. PCz – Politechnika Częstochowska.

Autor korespondencyjny/Corresponding author: jacek.slania@is.gliwice.pl

Normy związane

- PN-89/S-10050 - Obiekty mostowe - Konstrukcje stalowe -Wymagania i badania.
- PN-82/S-10052 - Obiekty mostowe - Konstrukcje stalowe -Projektowanie.
- PN-EN 10025 - Wyroby walcowane na gorąco z niestopowych stali konstrukcyjnych. Warunki techniczne dostawy.
- PN-EN 10204 - Wyroby metalowe. Rodzaje dokumentów kontroli.
- PN-EN 287-1 - Egzamin kwalifikacyjny spawaczy. Spawanie. Część 1 :Stale.
- PN-EN 1418 - Personel spawalniczy. Egzaminowanie operatorów urządzeń spawalniczych oraz nastawiaczy zgrzewania oporowego dla w pełni zmechanizowanego i automatycznego spajania metali.
- PN-EN ISO 14175 – Materiały dodatkowe do spawania. Gazy i mieszaniny gazów do spawania i procesów pokrewnych.
- PN-EN ISO 14341 - Materiały dodatkowe do spawania. Druty elektrodowe i stopiwo do spawania łukowego elektrodą metalową w osłonie gazów stali niestopowych i drobnoziarnistych. Klasyfikacja.
- PN-EN 756 - Spawalnictwo. Materiały dodatkowe do spawania. Druty elektrodowe i kombinacje drutopnik do spawania łukiem krytym stali niestopowych i drobnoziarnistych. Oznaczenia.
- PN-EN 760 - Materiały dodatkowe do spawania. Topniki do spawania łukiem krytym. Oznaczenia.
- PN-EN ISO 15609-1 - Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Instrukcja technologiczna spawania. Część 1: Spawanie łukowe.
- PN-EN ISO 17637 - Spawalnictwo. Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania wizualne.
- PN-EN ISO 11666 - Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych.
- PN-EN ISO 17640 - Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Poziomy akceptacji.
- PN-EN ISO 5817 - Spawanie. Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką). Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych.
- PN-EN ISO 9013 – Cięcie termiczne. Klasyfikacja cięcia termicznego. Specyfikacja geometrii wyrobu i tolerancje jakości.
- PN-EN ISO 9692-1 – Spawanie i procesy pokrewne. Zalecenia dotyczące przygotowania złączy. Część 1: Ręczne spawanie łukowe, spawanie łukowe elektrodą metalową w osłonie gazów, spawanie gazowe, spawanie metodą TIG i spawanie wiązką stali.

Metody spawania

Zastosowano spawanie metodą 135.

Materiały podstawowe

Elementy konstrukcyjne nośne - słupy RK 200 - są zaprojektowane jako kształtowniki gorąco walcowane ze stali niestopowej w gatunku S355 - wg PN-EN 10025.

Pozostałe elementy konstrukcji należy wykonać ze stali w gatunku nie niższym niż S235.

Wymagane dokumenty kontroli wg PN-EN 10204:

- 3.2 - dla stali S355J2G3,
- 2.2 - dla stali S235JRG2.

Materiały dodatkowe do spawania

Do spawania stalowej konstrukcji klatki schodowej należy stosować materiały spawalnicze odpowiednie do użytych materiałów podstawowych i metod spawania.

Dla metody 135:

- drut spawalniczy \varnothing 1,0 mm WDI VDG 16/160 WEKO 4; klasyfikacja wg PN-EN ISO 14341: G4Si
- mieszanka osłonowa 82% Ar + 18% CO₂ - klasyfikacja wg PN-EN ISO 14175: M21

Dla materiałów spawalniczych wymagane są dokumenty kontroli 3.1 lub 2.2 wg PN-EN 10204.

Kwalifikacje spawaczy

Spawanie konstrukcji stalowej klatki schodowej należy powierzyć jedynie wykwalifikowanym spawaczom posiadającym aktualne uprawnienia wg PN-EN 287-1 (operatorzy wg PN-EN 1418).

Urządzenia do spawania

Do spawania półautomatycznego metodą 135 należy stosować półautomaty typu SAPROM S3 firmy LORCH i MAGPOL 400R firmy OZAS.

Do procesów cięcia termicznego należy stosować przecinarki plazmowe KOIKE lub zestaw do cięcia KOIKE.

Urządzenia spawalnicze muszą być w dobrym stanie technicznym.

Przygotowanie materiału do spawania

Elementy konstrukcyjne po ich wytrasowaniu zgodnie z rysunkami warsztatowymi należy ciąć mechanicznie albo metodami spawalniczymi termicznie za pomocą przecinarek plazmowych i/lub palników acetylenowo - tlenowych. Jakość brzegów ciętych i ukosowanych musi spełniać wymagania PN-EN ISO 9013 - klasa I. Przygotowanie krawędzi do spawania należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną PN-EN ISO 9692-1 i instrukcjami technologicznymi spawania WPS. Powierzchnie na szerokości minimum 20-30 mm po obu stronach osi wzdłużnej spoiny powinny być przed spawaniem dokładnie oczyszczone

z rdzy, zgorzeliny, tłuszczu, farby i innych zanieczyszczeń. Wilgotne powierzchnie trzeba osuszyć za pomocą palnika gazowego. Spoiny szczipne należy wykonywać metodą 135. Spawacze powinni posiadać aktualne uprawnienia. Minimalna długość spoin szczipnych powinna wynosić $L=20-30$ mm. Wszystkie spoiny szczipne podlegają 100% kontroli wizualnej. Spoiny szczipne niewtopione lub pęknięte muszą być bezwzględnie usunięte w całości przez szlifowanie i ułożone ponownie.

Ogólne wytyczne dotyczące spawania

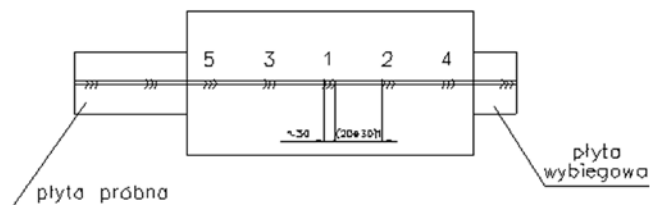
- Proces spawania należy prowadzić zgodnie z niniejszym planem spawania i załączonymi do niego instrukcjami technologicznymi spawania WPS.
- Spawanie powinno się odbywać w temperaturze otoczenia nie niższej niż $+5$ °C, na stanowiskach zabezpieczonych przed przeciągami.
- Na wszystkich złączach doczołowych należy stosować płytki wybiegowe, które powinny być tak samo przygotowane (ukosowane) jak materiał spawany.
- Poszczególne warstwy spoiny należy dokładnie oczyścić z żużla i odprysków przed ułożeniem warstwy następnej.
- Spoiny po wykonaniu muszą być odcieczone stępem spawacza: przy spoinach krótkich na obu końcach w odległości 10-15 mm od brzegu przy spoinach długich - co 1 m.
- Prowadzić Dziennik spawania. Za prowadzenie Dziennika jest odpowiedzialny bezpośredni brygadzysta nadzorujący prace spawalnicze.
- Zabrania się zajarzania łuku elektrycznego poza rowkiem spoiny. Niezamierzone przypadkowe ślady zajarzania łuku na materiale muszą być usunięte przez szlifowanie i skontrolowane na obecność ewentualnych pęknięć.

Szczipanie

Szczipanie złączy wzdłużnych wykonywać wg rysunku 2.

Spoiny szczipne wykonać drutem o średnicy nie większej niż 1,0 mm. Spoiny szczipne winny być wykonane starannie bez niezgodności w postaci pęknięć, porów, braku przetopu. Wadliwe spoiny szczipne należy wyciąć i wykonać poprawnie. Montaż poszczególnych elementów i dopasowanie krawędzi do spawania powinno być przeprowadzone w sposób nie powodujący powstania zgniotów i większych naprężeń w blasze.

Spoiny szczipne i powierzchnie rowka spawalniczego powinny być przed rozpoczęciem spawania oczyszczone do metalicznego połysku.



Rys. 2. Szczipanie złączy wzdłużnych
Fig. 2. Tack welding of longitudinal joints

Spawanie

Złącza powinny być wykonywane zgodnie z niniejszą instrukcją oraz odpowiednimi instrukcjami technologicznymi spawania (WPS), instrukcjami roboczymi lub wytycznymi spawania. W przypadku podgrzewania miejscowego szerokość obszaru podgrzewania w każdą stronę od osi spoiny powinna być równa co najmniej grubości ścianki spawanego elementu i nie mniejsza niż 100 mm. Zajarzenie łuku winno odbywać się jedynie w rowku spawalniczym. Gotowe złącze winno być z obydwu stron oczyszczone z odprysków, resztek żużla itp.

Naprawa wadliwych odcinków spoin

W przypadku wystąpienia niedopuszczalnych niezgodności spawalniczych należy je usunąć zgodnie z obowiązującymi zasadami przy użyciu tych samych procedur jak spoiny oryginalne. Wycięty rowek powinien mieć minimum 100 mm długości mierzonej na głębokości niezgodności, nawet jeżeli sama niezgodność jest mniejsza. Spoina naprawcza może być wykonana tylko dwukrotnie w tym samym obszarze.

Po spawaniu naprawczym całą spoinę należy poddać badaniom nieniszczącym jak dla wyspecyfikowanej spoiny oryginalnej oraz dodatkowo sprawdzić złącze w ilości 100% metodą PT.

Prostowanie po spawaniu

Nadmiernie odkształcone elementy po spawaniu nie mieszczące się w granicach tolerancji wymiarowej należy prostować.

Podstawową metodą prostowania jest prostowanie mechaniczne.

Nie mniej jednak z uwagi na specyfikę konstrukcji i konfigurację złączy i spoin dopuszcza się prostowanie na gorąco.

Przy prostowaniu na gorąco należy stosować się do następujących zasad:

- temperatura nagrzewania nie powinna przekraczać 650 °C,
- do nagrzewania można wykorzystać palniki gazowe

- acetylenowo-tlenowe z zastosowaniem miękkiego (neutralnego) płomienia nagrzewającego,
- chłodzenie elementów powinno odbywać się powoli, w temp. otoczenia nie niższej niż 5 °C, bez użycia wody,
 - przy prostowaniu nie stosować metod udarowych [19].

Kontrola materiałów podstawowych

Należy dopilnować ażeby wszystkie części były wykonane z materiałów odpowiadających warunkom dopuszczenia, miały prawidłowe oznaczenia i były zwolnione do produkcji tylko wtedy, gdy zakład posiada na nie atesty. Przestrzegać, aby na częściach materiałów (np.: blach, rur, prętów) przeznaczonych do odcięcia z wyrobów dostarczonych przez wytwórnię były przed rozpoczęciem cięcia naniesione wymagane oznaczenia uwierzytelnione przez uprawnionego pracownika kontroli jakości.

Sprawdzić czy materiały względnie elementy pobierane do produkcji odpowiadają rysunkom obliczeniom wytrzymałościowym i obowiązującym warunkom technicznym względnie przepisom pod względem gatunku i wymiarów.

Kontrola materiałów dodatkowych

Należy dopilnować aby do szepiania, spawania i wykonywania poprawek spoin były stosowane druty, na które zakład posiada atesty, względnie świadectwa odbiorowe według obowiązujących norm lub uzgodnionych warunków technicznych.

Sprawdzić czy gatunki pobieranych do produkcji drutów odpowiadają dopuszczeniu Zakładu.

Dopilnować, aby druty były wydane spawaczowi w ilościach pokrywających jego dzienne zaopatrzenie. Przechowywanie drutów w szafkach pracowniczych jest niedopuszczalne.

Kontrola elementów handlowych i pochodzących z kooperacji

Materiały pochodzące z kooperacji mające być za budowane w konstrukcji podlegają kontroli technicznej w niżej podanym zakresie:

- sprawdzenie zgodności gatunku, stanu, obróbki cieplnej materiału z dokumentacją konstrukcyjną, techniczną – ruchową, lub zestawieniem części konstrukcji. W wypadku braku tych dokumentów u użytkownika należy spowodować ich otrzymanie od producenta.
- sprawdzenie zgodności atestu i identyfikacja jego z odpowiednimi znakami uwidocznionymi na dostarczonym materiale. W wypadku wątpliwości, co do jakości dostarczonego materiału lub częścią także jego gatunku należy zwrócić się o dostarczenie stosownych potwierdzeń.

- w przypadkach koniecznych według uznania kontroli technicznej badania kontrolne należy przeprowadzić w uznanych laboratoriach.

Kontrola przygotowania do spawania

Sprawdzić czy materiały podstawowe i kooperacyjne są przygotowane do spawania zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną.

Dopilnować, aby powierzchnie rowków spawalniczych jak również przylegające do nich powierzchnie na szerokości ok. 20 mm były przed rozpoczęciem spawania oczyszczone z tłuszczów, lakierów, zgorzeli i innych zanieczyszczeń do metalicznego połysku.

Dopilnować aby druty użyte do spawania posiadały czystą i suchą powierzchnię wolną od rdzy i tłuszczów.

Sprawdzić czy materiały użyte do produkcji posiadają atesty zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną.

Kontrola szepiania

Sprawdzić spoiny szepne czy nie posiadają pęknięć, porów, podtopień i innych niezgodności.

Kontrola spawania

Dozorować przebieg spawania dopilnowując, aby było wykonywane zgodnie z odpowiednimi kartami spawalniczymi, wytycznymi spawania lub instrukcją spawalniczą tj. przestrzeganie metody spawania, kolejności układania ściągów, właściwego doboru średnicy drutów, parametrów spawania itp.

Sprawdzić czy złącza zostały odpowiednio oznakowane cechą spawacza. Po zakończeniu spawania i oczyszczeniu złącza przeprowadzić oględziny okiem nieuzbrojonym lub przy zastosowaniu specjalnych przyrządów, oględziny powinny wykazać że:

- graniczne wartości niezgodności spawalniczych spełniają wymagania poziomu jakości C wg PN-EN 5817, klasyfikacja i oznaczenia numeryczne niezgodności spawalniczych wg PN-ISO 6520-1.

Kontrola i badania spoin

Spoiny konstrukcji stalowej klatki schodowej wykonane w warunkach warsztatowych podlegają badaniom nieniszczącym według planu ujętego w tablicy I.

Plan spawania

Wykonanie belki nośnej schodów, poręczy oraz spoczników

Tablica I. Plan badań nieniszczących spoin wykonanych w warunkach warsztatowych

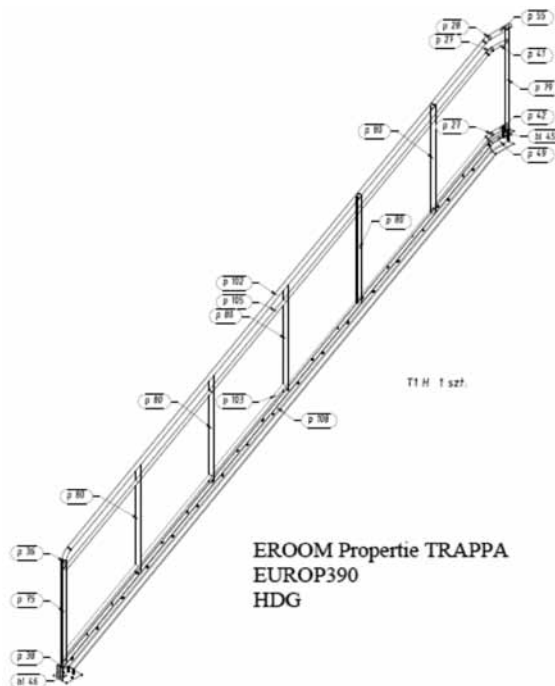
Table I. A schedule of a non-destructive testing of welds made in workshop conditions

Opis złączy spawnych	Rodzaj badań nieniszczących i ich zakres			Poziomy jakości spoin
	VT	PT	UT	
Spoiny czołowe ram nośnych	100%	100%	100%	B
Spoiny pachwinowe słupów	100%	–	–	B
Pozostałe spoiny pachwinowe (przy stopniach, tężnikach poprzecznych, balustradach)	100%	–	–	C

UWAGI :
 – Obowiązujące normy dotyczące badań nieniszczących
 VT - PN-EN ISO 17637
 UT - PN-EN ISO 11666, PN-EN ISO 17640
 PT - PN-EN ISO 23277, PN-EN ISO 1289
 – Poziomy jakości spoin wg PN-EN ISO 5817

Opis:

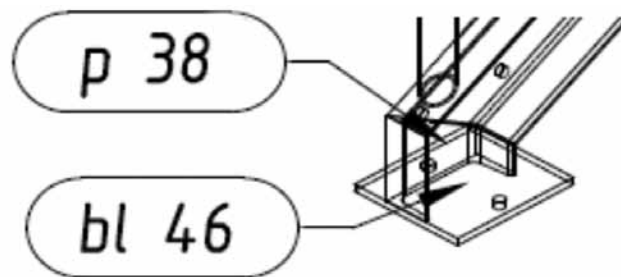
Belka nośna biegu schodów zbudowana jest z ceowników goroąco-walcowanych C140, które (p38, p49, p108) są spawane doczołowo. Do konstrukcji belki są dospawane poręcze wykonane z rur stalowych Ø 33,7x3,2 oraz Ø 42,4x3,2. Spoczniki mają konstrukcję skrzynkową i są wykonane z ceowników C140, C120 C100 i CAE80, oraz blach. Belkę nośną z poręczą przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Belka nośna z poręczą
Fig. 3. A carrying beam with a railing

Schemat spawania

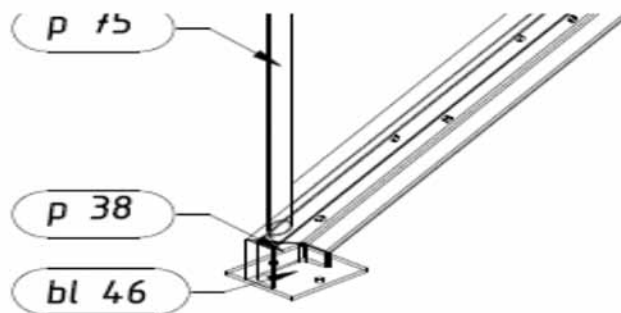
W pierwszej kolejności pospawać stopę belki (bl46 i p38) jak na rysunku 4.



Rys. 4. Stopa belki nośnej
Fig. 4. A base of a carrying beam

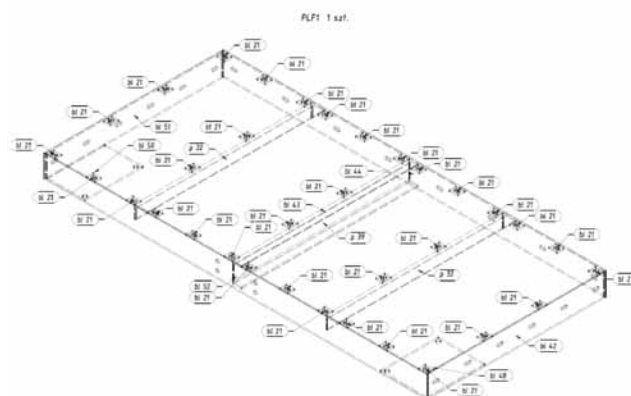
Następnie połączyć belkę p108 z kompletną stopą i końcówką p49 jak na rysunku 5 oraz słupki poręczy p75, p79, p80, oraz połączenia p27, p103 i p42, a także poręcz p55, p28, p102 i p36 jak na rysunku 3.

Całość najpierw szpecić, utrzymując właściwe wymiary oraz płaszczyznę poręczy.

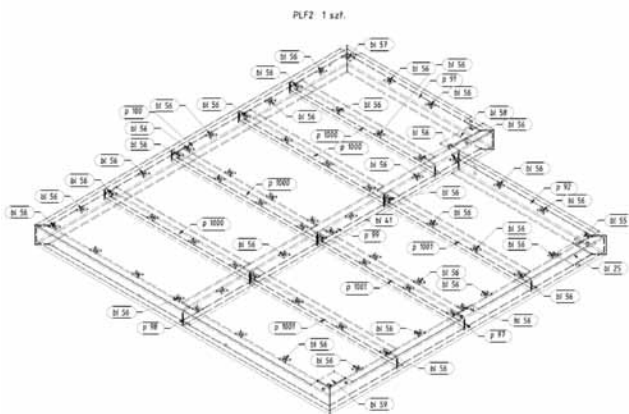


Rys. 5. Połączenie stopy z ceownikiem C140
Fig. 5. Joining of a base with a C140 channel bar

Kolejno należy szpecić i pospawać konstrukcję spoczników jak na rysunku 6 i 7.



Rys. 6. Spocznik nr 1
Fig. 6. A staircase landing nr 1



Rys. 7. Spocznik nr 2 – podest górny
Fig. 7. A staircase landing nr 2 – upper platform

Montaż próbny konstrukcji stalowej klatki schodowej

Z uwagi na sprawdzanie dokumentacji 3D włącznie z analizą konfliktów i ich eliminacją na tym etapie, a także zastosowaną technologią wykonania montaż próbny nie jest prowadzony.

Podsumowanie

Przedstawiony plan spawania stanowi przykład postępowania podczas planownia procesu spawania i kontroli wykonania stalowej klatki schodowej. Uwzględnia wymagania zleciodawcy w zakresie materiałów podstawowych i dodatkowych

do spawania, uprawnień personelu nadzoru spawalniczego, spawaczy oraz personelu kontroli i badań. Szczegółowo odnosi się do zagadnień kontroli przed, w trakcie i po spawaniu.

Literatura

- [1] Słania J., Marcinkiewicz H., Kiełbik M.: Plan spawania elementu obudowy kopalnianej – osłony odzawałowej. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 2, str. 6-16.
- [2] J. Słania, P. Urbańczyk: Technologia oraz plan spawania gazoszczelnych ścian rurowych kotła pyłowego wg PN-EN 12952-5. Przegląd Spawalnictwa, 2009, nr 12, str. 19-27.
- [3] Słania J.: Technologia spawania płyty wsporczej pojazdu gaśnicowego – dobór parametrów i obliczanie kosztów spawania. Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 2010, nr 2, str. 52-56.
- [4] Słania J.: Plan technologiczny spawania płyty gaśnicowej. Przegląd Spawalnictwa, 2010, nr 3, str. 16-25.
- [5] Słania J., Kaczor T.: Plan spawania zbiornika ciśnieniowego. Przegląd Spawalnictwa, 2010, nr 4, str. 9-18.
- [6] Słania J., Kwiecień L., Jarosiński J.: Plan spawania kotłów płomieniowo - płomieniówkowych. Przegląd Spawalnictwa, 2010, nr 6, str. 32-40.
- [7] Słania J., Skóra J.: Plan spawania wymiennika ciepła chłodzonego powietrzem. Przegląd Spawalnictwa 2011, nr 2, str. 16-22.
- [8] Słania J.: Plan spawania carg płaszcza pieca obrotowego. Przegląd Spawalnictwa 2011, nr 2, str. 36-41.
- [9] Słania J., Wodecki D.: Plan spawania belki poprzecznej dźwigu. Przegląd Spawalnictwa 2011, nr 2, str. 30-35.
- [10] Słania J.: Istota planów spawania. Przegląd Spawalnictwa 2011, nr 2, str. 3-9.
- [11] Słania J.: Plan spawania napraw bieżących kotłów parowych, wodnych i stałych zbiorników ciśnieniowych. Przegląd Spawalnictwa 2011, nr 2, str. 22-30.
- [12] Słania J., Chomiuk S., Dadak R.: Plan spawania dla konstrukcji uzupełniającej - trawresy. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 2, str. 3-6.
- [13] Słania J., Fryc H.: Spawanie pojazdów szynowych - plany spawania. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 2, str. 16-20.
- [14] Słania J.: Plan spawania stalowej kładki dla pieszych I. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 2, str. 20-24.
- [15] Słania J.: Plan spawania stalowej kładki dla pieszych II. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 2, str. 24-26.
- [16] Słania J., Urbańczyk P.: Technologia wytwarzania oraz plan kontroli jakości przegrzewacza pary kotła parowego wg PN-EN 12952-5. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 5, str. 29-41.
- [17] Chromik D., Słania J.: Plan spawania ciśnieniowego zespołu rurowego. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 11, str. 29-32.
- [18] Balcerzak M., Słania J.: Spawanie zbiornika bezciśnieniowego do magazynowania oleju opałowego. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 11, str. 33 - 38.
- [19] Słania J.: Usuwanie odkształceń spawalniczych. Przegląd Spawalnictwa 2012, nr 2, str. 24-26.