

Instrukcja spawania szyn termitem Id-5

Regulacja wewnętrzna spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2013 r. poz. 1594 z późn. zm.) w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Centrala – Biuro Standaryzacji

Materiał opracowany przez: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Centrum Diagnostyki

03-816 Warszawa, ul. Chodakowska 63

+48 512 786 765

www.plk-sa.pl, e-mail: ig@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych, całości lub części przepisu, bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione.

Spis treści

ROZDZIAŁ I Postanowienia wprowadzające	5
§ 1. Cel i zakres instrukcji	5
§ 2. Pojęcia i definicje.....	5
ROZDZIAŁ II Spawanie szyn termitem.....	7
§ 3. Wymagania ogólne.....	7
§ 4. Zastosowanie spawania termitowego	8
§ 5. Podstawowe wymagania przy spawaniu szyn termitem	9
§ 6. Drużyna spawalnicza i kwalifikacje spawaczy	10
§ 7. Materiały spawalnicze	10
§ 8. Wymagania dotyczące sprzętu.....	14
§ 9. Wymagania ogólne wykonania złączy spawanych.....	15
§ 10. Warunki atmosferyczne wymagane przy spawaniu szyn i rozjazdów	16
§ 11. Cięcie szyn.....	17
§ 12. Spawanie rozjazdów	19
§ 13. Ramowy proces technologiczny spawania	22
§ 14. Zestawienie typowego wyposażenia drużyny spawalniczej	23
§ 15. Ogólne zasady przechowywania materiałów spawalniczych	26
§ 16. Ogólne zasady przechowywania sprzętu spawalniczego.....	28
§ 17. Bezpieczeństwo i higiena pracy	29
ROZDZIAŁ III Kontrola wykonania i odbiory złączy szynowych spawanych termitem	32
§ 18. Kontrola robót spawalniczych	32
§ 19. Odbiór złącza spawanego termitem	33
ROZDZIAŁ IV Dokumenty związane.....	41
§ 20. Normy i przepisy związane ze spawaniem szyn termitem	41
Tabela zmian	43
Załącznik 1 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS Według technologii firmy Grupy Goldschmidt Thermit - ELEKTRO-THERMIT, Niemcy	43
Załącznik 2 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P według technologii: Grupa Delachaux – Firma PANDROL Niemcy.....	56
Załącznik 3 Spawanie szyn obrabianych cieplnie metodą SoWoS 120 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG	70
Załącznik 4 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG	71
Załącznik 5 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoWoS 120 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG.....	74

Załącznik 6 Spawanie szyn termitem, metodą SoW-5 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	75
Załącznik 7 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoW-5 120 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	76
Załącznik 8 Spawanie szyn termitem, metodą SoW-5 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	77
Załącznik 8 Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoW-5-L75 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	79
Załącznik 9 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoW-5 120 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	80
Załącznik 10 Spawanie szyn termitem metodą SkV Elite Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG	81
Załącznik 11 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV Elite 120 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG	82
Załącznik 12 Spawanie szyn termitem metodą SkV Elite L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	83
Załącznik 13 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV Elite 120 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy	86
Załącznik 14 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P L70 według technologii: Grupy Delachaux - firmy PANDROL Niemcy	87
Załącznik 15 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoWoS-P R350 według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	89
Załącznik 16 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P R350 L70 według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	90
Załącznik 17 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P/P według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	92
Załącznik 18 Spawanie szyn termitem, metodą SoWoS-P/3P według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	93
Załącznik 19 Spawanie szyn termitem, metodą SkV-S (SP) według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	94
Załącznik 20 Spawanie szyn termitem, metodą SkV-S (SP) L70 Według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	95
Załącznik 21 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV-S (SP) R350 według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	96
Załącznik 22 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV-S (SP) R350 L70 według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy	97

Załącznik 23 Spawanie szyn termitem metodą PLA według technologii firmy RAILTECH (PANDROL), Francja.....	98
Załącznik 24 Spawanie szyn termitem, metodą AP 25 Według technologii firmy RAILTECH (PANDROL), Francja.....	106
Załącznik 25 Spawanie szyn termitem, metodą PLA 68 według technologii firmy RAILTECH (PANDROL), Francja.....	109

ROZDZIAŁ I Postanowienia wprowadzające

§ 1. Cel i zakres instrukcji

1. Celem „Instrukcji spawania szyn termitem Id-5” zwanej dalej „Instrukcją” jest zapewnienie wymaganej jakości robót związanych z technologią spawania termitowego (aluminotermicznego nr 71 wg [4]) szyn na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
2. Zakres Instrukcji określa zasady postępowania z wykorzystaniem technologii spawania termitowego przeznaczonego do wykonania nierozdzielnych połączeń szyn, obejmując cykl przygotowania, wykonania i odbioru połączeń wraz z opisem dopuszczonych do stosowania technologii, tzw. dodatkowych materiałów spawalniczych, wymagań sprzętu oraz podstawowych zasad BHP.
3. Instrukcja obejmuje metody spawalnicze dopuszczone do stosowania w infrastrukturze PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. wymienione w Załącznikach, przeznaczone do wykonywania połączeń spajanych w torach, rozjazdach oraz skrzyżowaniach torów z użyciem mieszanki termitowej i form suchych prefabrykowanych. Technologie wymienione w Załącznikach mogą być modyfikowane lub dodawane do Instrukcji w drodze decyzji Członka Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. właściwego ds. utrzymania infrastruktury.
4. Instrukcja dotyczy spawania szyn kolejowych (Vignole’a) dopuszczonych do stosowania w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. o profilu 60E1 i 60E2, typu UIC60 i S60 oraz profilu 49E1 i typu S49 wytworzonych z gatunków stali wskazanych w Tabeli 1 lub innych.
5. Ze względów technologicznych, za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., możliwe jest zastosowanie postanowień Instrukcji również do innych profili szyn, np. specjalnych.

§ 2. Pojęcia i definicje

1. Podstawowe definicje i określenia użyte w Instrukcji:
 - 1) cecha charakteryzująca gatunek stali szynowej – twardość (HB) lub wytrzymałość (MPa) zgodnie [1,8,19],
 - 2) metoda – technika i technologia spawania termitowego dopuszczona do stosowania w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. i opisana w Załączniku do niniejszej Instrukcji,
 - 3) palnik – urządzenie techniczne, przeznaczone do wytwarzania wysokich temperatur poprzez spalanie gazu, względnie innego paliwa. Paliwo jest mieszane przed lub wewnątrz dyszy, która służy do odpowiedniego ukierunkowania mieszanki zasilającej, spalanie następuje w otaczającym powietrzu lub czystym tlenie (np. palnik propanowo - tlenowy),

- 4) powinien – określenie będące synonimem wyrażen takich jak musi, trzeba, należy i dlatego stanowi ono polecenie jednoznacznego wykonania czynności,
- 5) rozjazd – wszelkie typy i odmiany rozjazdów oraz skrzyżowania torów zgodnie z [7,18],
- 6) spajanie (zaliczane do procesów specjalnych) jest to metoda łączenia materiałów, w wyniku której uzyskuje się połączenie o fizycznej ciągłości materiałowej, pojęcie spajania obejmuje spawanie, napawanie, zgrzewanie, lutowanie, klejenie i inne,
- 7) spawacz – pracownik wykonujący prace spawalnicze,
- 8) spawanie – to proces łączenia polegający na nadtopieniu brzegów elementów łączonych, wymieszaniu powstałego stopiwa i ich stopienia oraz doprowadzenia do powtórnej krystalizacji roztopionych miejsc, jednym z rodzajów spawania jest spawanie termitowe,
- 9) spoina zamykająca – spoina utrwalająca stan naprężeń - w torze bezстыkowym,
- 10) szyny nowe – szyny spełniające warunki normowe [1] i WTWiO [19],
- 11) szyny staroużyteczne – szyny spełniające inne warunki niż wymienione w pkt 10, określone w dokumentach obowiązujących w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. m.in. pod względem dopuszczalnego zużycia, przeniesionego obciążenia, spełniające kryterium ilości pęknięć dla szyn staroużytecznych i produkowanych przed wejściem w życie normy [1], dopuszcza się posługiwanie normą zgodnie z [8],
- 12) technologia – metoda przygotowania i prowadzenia procesu wykonania termitowego złącza szynowego materiałami spawalniczymi dodatkowymi,
- 13) termit – mieszanina tlenków żelaza, czystego glinu i dodatków stopowych (pierwiastków),
- 14) typ szyny oznaczony 60 i/lub 49 – rozumie się odpowiednio szyny, o profilu 60E1 i 60E2, 49E1 i typu UIC60, S60 i S49 zgodnie [1,8,19],
- 15) warunki i sytuacje specjalne – nierutynowe, a technologicznie możliwe do wykonania roboty spawania termitowego w temperaturach innych niż podstawowe (od +5°C do +40°C), przy dużej sile wiatru i wilgotności powietrza (bez opadu) itp. oraz konieczne do wykonania z uwagi na bardzo ważny interes Spółki,
- 16) wstawka szynowa – odcinek szyny nowej lub staroużytecznej o długości określonej w odpowiednich przepisach i standardach np. [17] w zależności od określonej prędkości jazdy pojazdów kolejowych z właściwie dopasowanym typem, profilem, zużyciem szyny itp., wbudowanej w tor lub rozjazd, o długości wstawki decyduje odległość pomiędzy istniejącymi lub wykonywanymi połączeniami spajanymi szyn (spoina lub zgrzeina),
- 17) złącze szynowe lub spoina – wykonane połączenie spawane termitowo dwóch końców szyn zgodnie z technologią opisaną w niniejszej Instrukcji,

- 18) złącze szynowe przejściowe – wykonane złącze szynowe spawane termitowo, z szyn dwóch profili, np.: 60E1 z 49E1 lub 60E2 z 49E1.
2. Wykaz użytych skrótów:
- 1) WTWiO – Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych – Wymagania i Badania Id-106,
 - 2) PLK lub Spółka – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.,
 - 3) Centrum Diagnostyki – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki, merytoryczna jednostka organizacyjna Spółki ds. spawalnictwa nawierzchni,
 - 4) SMS-PW-17 – procedura systemu bezpieczeństwa PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. obejmująca m.in. dopuszczenie wyrobów, technologii i materiałów do stosowania w infrastrukturze Spółki zgodnie z [22],
 - 5) SWC - strefa wpływu ciepła to obszar wokół spoiny w spawanych materiałach metalowych, struktura mikroskopowa i właściwości tej strefy są inne niż materiałów łączonych i spoiny, strefa wpływu ciepła powstaje podczas spawania, zgrzewania oraz cięcia laserowego i plazmowego, ciepło dostarczane w tych procesach, a co za tym idzie, odprowadzanie ciepła, wpływają na materiał wokół spoiny lub linii cięcia,
 - 6) WPS – z angielskiego Welding Procedure Specification – Instrukcja Technologiczna Spawania.

ROZDZIAŁ II Spawanie szyn termitem

§ 3. Wymagania ogólne

1. Przyjmuje się, że podstawowe metody spawania termitem mające zastosowanie w PLK to:
 - 1) Metoda SoWoS – metoda bez nadlewu, z górnym wstępnym podgrzewaniem końców łączonych szyn według technologii Grupy Goldschmidt Thermit firmy Elektro-Thermit (Załącznik nr 1).
 - 2) Metoda SoWoS-P – metoda bez nadlewu, z górnym wstępnym podgrzewaniem końców łączonych szyn według technologii Grupy Delachaux firmy Pandrol¹ (Załącznik nr 2).
2. Pozostałe metody mogą być traktowane na równi z metodami podstawowymi, jeżeli zostały uznane przez PLK, zgodnie z § 6 ust. 4.
3. Szczegółowe opisy metod spawania (dla Spółki spełniające rolę WPS) opisane są w Załącznikach do Instrukcji. Informacja o dopuszczeniu do stosowania w infrastrukturze PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. poszczególnych metod podawana jest

¹ Rebranding marki z ROLF PLÖTZ, RAILTECH do PANDROL

do wiadomości zainteresowanym elektronicznie i/lub pisemnie przez Centrum Diagnostyki m.in. w formie wykazu.

4. Spawanie w warunkach i sytuacjach specjalnych należy wykonywać wewnątrz osłon o odpowiedniej kubaturze, zapewniając ochronę przed niesprzyjającymi warunkami atmosferycznymi w sposób umożliwiający uzyskanie właściwej temperatury przed, w trakcie i bezpośrednio po wykonaniu spoiny tylko przy użyciu nagrzewnic (bez bezpośredniego nagrzewania szyny np. palnikiem lub palnikami). W niskich temperaturach, w celu zwiększenia efektywności procesu zalecane jest stosowanie elektrycznych podgrzewaczy butli propanowych w miejsce pojemników z podgrzaną wodą oraz podgrzewaczy elektrycznych reduktorów tlenowych.

§ 4. Zastosowanie spawania termitowego

1. Spawanie szyn termitem z użyciem form suchych stosuje się do spawania szyn nowych oraz staroużytych.
2. Instrukcja dotyczy prac spawalniczych przy:
 - 1) łączeniu szyn w torach,
 - 2) łączeniu szyn i kształtowników w rozjazdach i skrzyżowaniach torów,
 - 3) wspawaniu złączy szynowych izolowanych, klejono-sprężonych z szynami,
 - 4) naprawie pękniętych szyn,
 - 5) naprawie poszczególnych wad w główce szyny.
3. Metody spawania ze względu na odległość między powierzchniami czołowymi łączonych szyn dzielą się na metody z normalnym luzem (24+30 mm) stosowane przy standardowym łączeniu szyn i metody z szerokim luzem (m.in. 50, 68, 70, 75 mm), które w zależności od przyczyny wykonania traktowane są jako metody naprawcze lub specjalne.
4. Metody spawania z szerokim luzem powinny być stosowane w następujących przypadkach:
 - 1) wielkość luzu pomiędzy końcami szyn przekracza 26 mm lub 30 mm w zależności od metody (np. SoWoS-P – 26 mm, a dla SoW-5 – 30 mm),
 - 2) podjęto decyzję o wycięciu spoiny termitowej z normalnym luzem lub zgrzeiny w celach naprawczych i odstąpiono od wbudowania wstawki szynowej,
 - 3) wymieniane są części rozjazdowe o długości podstawowej po wycięciu uszkodzonych elementów rozjazdu wraz ze spoinami z normalnym luzem,
 - 4) występuje pęknięcie pionowe szyny, jednocześnie możliwe jest obcięcie powierzchni czołowych z zachowaniem wymaganej prostopadłości, a luz spawalniczy mieści się w wymaganym zakresie,

- 5) stanowią technologiczny luz w metodach specjalnych, np. przy wykonywaniu złącza przejściowego i w tym wypadku nie stanowią metody naprawczej.
5. Szyny nowe można spawać, gdy różnica ich wysokości nie przekracza 1,2 mm dla szyny 60E1, 60E2 i 1,0 mm dla szyny 49E1, przy czym powierzchnie i krawędzie toczne powinny być w jednej płaszczyźnie.
 6. Łączenie szyn eksploatowanych i staroużytecznych jest dopuszczalne, gdy różnica w ich wysokości oraz zużycie nie przekracza 2 mm, chyba że zachodzi przypadek wskazany w ust. 7.
 7. W wyjątkowych wypadkach maksymalne pionowe zużycie główki szyny (wysokości szyn) w torach eksploatowanych przy wykonywaniu połączenia spawanego termitem może wynieść nie więcej niż 15 mm i jednocześnie różnica wysokości pomiędzy szynami nie może być większa niż 3 mm. Warunkiem koniecznym jest łączne spełnienie postanowień zawartych w § 1 ust. 3 niniejszej Instrukcji oraz postanowień zapisanych w procedurze [22], zastosowanie specjalnej technologii i uzyskanie akceptacji Centrum Diagnostyki.
 8. W torach szlakowych oraz głównych zasadniczych nie wolno spawać szyn otworowanych.
 9. W pozostałych torach przystosowanych do prędkości jazdy pociągów $V_{\max} \leq 60$ km/h dopuszcza się spawanie szyn z otworami na śruby łubkowe pod warunkiem, że nie ma pęknięć i rys przy otworach, a końce szyn są zgniecione nie więcej niż 2 mm.
 10. Minimalna odległość między końcem szyny, a najbliższą krawędzią otworu wynosi 50 mm.
 11. Ze względu na technologie spawalnicze szynę traktujemy jako nieotworowaną, gdy odległość między końcem szyny, a najbliższą krawędzią otworu wynosi minimum 100 mm.
 12. Metody naprawcze przy użyciu porcji termitowej poszczególnych wad w główce szyny np. squat, mogą być stosowane zamiennie do metod napawania pod warunkiem spełnienia wymagań technologicznych i posiadania stosownych uprawnień, również przy uwzględnieniu czynnika ekonomicznego.

§ 5. Podstawowe wymagania przy spawaniu szyn termitem

Dla zapewnienia dobrej jakości złączy spawanych termitem Organizatorzy i Wykonawcy robót powinni:

- 1) wykonywać prace spawalnicze zgodnie z technologią podaną w niniejszej Instrukcji.
- 2) powierzać prace spawaczom, którzy mają odpowiednie uprawnienia potwierdzone dokumentem uznania wydanym przez Centrum Diagnostyki.
- 3) posiadać możliwość skutecznego sprawowania nadzoru spawalniczego i/lub kontroli

potwierdzone dokumentem uznania wydanym przez Centrum Diagnostyki.

- 4) technologie, materiały, Firmy i spawacze powinny spełnić wymagania określone w normach [2-5,9,12] oraz w systemie [22], a spawacze będący pracownikami Spółki dodatkowo wymagania zgodnie z P/IGSN-513-3/2016 [23].
- 5) wybór właściwej wagi i gatunku porcji termitowej jak również wybór form zależy od profilu (typu) szyny, technologii spawania i gatunku stali.
- 6) prowadzenie robót w zakresie budowlanym (poza spawalniczymi) powinno uwzględnić wymagania zawarte w [13,17,18,21,24].

§ 6. Drużyna spawalnicza i kwalifikacje spawaczy

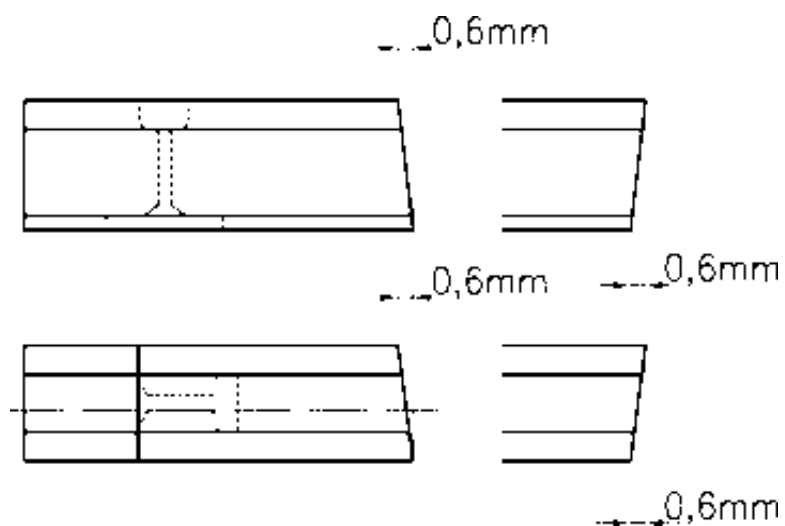
1. Skład drużyny spawalniczej jest zależny od miejsca wykonywania i zakresu robót spawalniczych. Najmniejszą drużynę stanowią spawacz prowadzący posiadający ważne uprawnienia nadane przez PLK do spawania odpowiednią metodą i pomocnik spawacza.
2. Spawanie szyn termitem może wykonywać spawacz, który:
 - 1) ukończył kurs spawania lub przecinania gazowego i posiada odpowiednią praktykę,
 - 2) ukończył kurs spawania termitem szyn w torach i rozjazdach kolejowych,
 - 3) uzyskał uprawnienia do spawania szyn odpowiednią metodą.
3. Spawacz pracujący na placu budowy powinien posiadać identyfikator ze zdjęciem, numerem identyfikacyjnym i terminem ważności odpowiednich uprawnień oraz danymi adresowymi Firmy, w której jest zatrudniony. Numery identyfikacyjne nadaje na wniosek zainteresowanego Przedsiębiorstwa Centrum Diagnostyki.
4. Szczegółowe wymagania do uzyskania uprawnień do spawania termitowego, w tym dla poszczególnych metod określa Centrum Diagnostyki w odrębnej procedurze oraz dokumentach takich jak np. [3,22] oraz niniejsza Instrukcja.

§ 7. Materiały spawalnicze

1. W torach i rozjazdach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. wolno używać tylko materiały posiadające odpowiednie dokumenty uznania na złącza szynowe spawane termitowo, uznane przez Centrum Diagnostyki i umieszczone na liście „Materiałów spawalniczych dopuszczonych do stosowania w torach PLK”, którą publikuje Centrum Diagnostyki.
2. Rozróżnia się spawanie termitowe z użyciem tygli:
 - 1) jednorazowych,
 - 2) wielokrotnego użytku.Nie wolno stosować zamiennie osprzętu i mieszanek termitowych różnych Producentów.
3. Tygiel jednorazowy z wbudowaną tulejką samospustową należy stosować zgodnie z instrukcją Producenta.

4. Nie dopuszcza się mieszania dodatkowych materiałów spawalniczych różnych Producentów, np. mieszanki i form.
5. Porcje termitowe:
 - 1) do spawania szyn termitem można stosować porcje termitowe zgodnie z wymogami technologicznymi i dopuszczeniem,
 - 2) dobór porcji termitu w zależności od profilu (typu) szyn i gatunku stali oraz metody spawania zawierają Załączniki do niniejszej Instrukcji,
 - 3) przy spawaniu szyn o różnej wytrzymałości (np. $R_m = 700 \text{ MPa}$ z $R_m = 880 \text{ MPa}$) należy wybierać porcję dla szyny o wyższej wytrzymałości, a w przypadku szyny surowej z szyną obrobioną cieplnie (np. $R_m = 880 \text{ MPa}$ z $R_m = 1080 \text{ MPa}$) należy wybrać porcję dla szyny o niższej wytrzymałości,
 - 4) przy spawaniu szyn o różnej twardości (np. R220 z R260) należy wybierać porcję dla szyny o wyższej twardości, a w przypadku szyny surowej z szyną obrobioną cieplnie (np. R260 z R350HT) należy wybrać porcję dla szyny o niższej twardości.
6. Tygiel jednorazowy posiada wbudowaną fabrycznie tulejkę samospustową i jest napełniony odpowiednią ilością mieszanki termitowej. Tygiel ustawia się bezpośrednio na formach spawalniczych.
7. Wykładziny do metody z tygłem wielokrotnego użytku (ust. 2 pkt 2):
 - 1) służą do przeprowadzania w nich reakcji porcji termitowych. Na spodzie wykładziny znajduje się otwór na wymienne tulejki samospustowe,
 - 2) należy stosować wykładziny ceramiczne, które odznaczają się dużą wytrzymałością i odpornością na wysokie temperatury.
8. Tulejki samospustowe:
 - 1) służą do zamknięcia otworu spustowego w wykładzinie tygla, a po reakcji termitu w tyglu do samoczynnego spustu płynnego stopiwa do formy,
 - 2) składają się z części ceramicznej oraz palnych i topliwych przekładek regulujących moment rozpoczęcia spustu. W skład opakowania wchodzi również proszek uszczelniający,
 - 3) czas zadziałania tulejki samospustowej określa dostawca procesu spawalniczego.
9. Zapalę błyskawiczne:
 - 1) służą do wywoływania reakcji termitowej w tyglu.
10. Formy suche prefabrykowane:
 - 1) do wykonywania złączy szynowych należy używać form suchych prefabrykowanych.
 - 2) dobór form spawalniczych jest uzależniony od profilu (typu) szyny oraz metody spawania.
11. Masa uszczelniająca:
 - 1) służy do uszczelniania formy i wykładziny tygla,

- 2) powinna być przygotowana i stosowana zgodnie z wymogami dopuszczonych technologii spawania.
12. Stosowane gazy techniczne: propan (mieszanina propan-butan tzw. mieszanina C) i tlen lub powietrze (tlen z powietrza):
- 1) jako paliwa do podgrzewania szyn należy stosować propan z tlenem lub powietrzem według zaleceń dostawcy i Producenta,
 - 2) butle należy używać w pozycji stojącej zgodnie z obowiązującymi przepisami. Przy spadku ciśnienia propanu (mieszaniny) w butli poniżej ciśnienia roboczego wskutek niskiej temperatury otoczenia, należy butlę z propanem ogrzewać w specjalnym pokrowcu lub wstawić do pojemnika (o średnicy 600 mm i wysokości około 500 mm) wypełnionego ciepłą wodą o temperaturze nieprzekraczającej 40°C albo zastosować odpowiednie połączenie dwóch butli,
 - 3) tlen i propan należy pobierać przez reduktory z dwoma manometrami, za pomocą przewodów o optymalnej długości 20 m (minimalna długość węży wynosi 6 m). Zabrania się nawet tymczasowo używać przewodów gazowych niededykowanych do właściwego rodzaju gazu (zamiennie),
 - 4) obowiązująca wielkość butli do propanu określa się na minimum 30 kg wagi gazu, jaką może pomieścić butla. Stosowanie butli o mniejszej pojemności jest zabronione,
 - 5) do poboru tlenu z butli należy używać reduktora o wydajności minimum 6 m³/h, w którym manometr niskiego ciśnienia powinien mieć zakres 0÷1,5 MPa,
 - 6) przy pobieraniu tlenu do podgrzewania należy stosować się do instrukcji obsługi palnika.
13. Szyny i wstawki szynowe:
- 1) szyny w torach i rozjazdach oraz wstawki szynowe przeznaczone do spawania muszą odpowiadać wymaganiom zawartym w przepisach odrębnych z uwzględnieniem zapisów § 2 ust. 1 pkt 10, 11 i 16 niniejszej Instrukcji.
 - 2) spawać należy tylko szyny proste. Dopuszcza się jedynie wygięcie końców szyn na długości 1,5 m w płaszczyźnie pionowej w kierunku ku górze oraz w płaszczyźnie poziomej nie przekraczające 0,7 mm, zaś w przypadku szyn przeznaczonych na linie o $V = 200 \text{ km/h}$ – 0,4 mm. Wygięcie końców ku dołowi jest niedopuszczalne,
 - 3) szyny przeznaczone do spawania powinny mieć płaszczyznę czołową prostopadłą do osi podłużnej szyny. Dopuszczalna tolerancja wynosi $\pm 0,6 \text{ mm}$ w każdym kierunku,



Rys. 1 Dopuszczalna tolerancja docięcia końców szyn

- 4) przy naprawie pęknięć lub wbudowywaniu wstawek szynowych odległości pomiędzy złączami muszą mieć minimalne długości określone we właściwych przepisach, np. [17]. Dokładną długość wstawki należy tak określić, aby spoiny wypadły w środku pola pomiędzy podkładami,
- 5) przed rozpoczęciem prac spawalniczych lub cięcia szyn należy ustalić rodzaj i gatunek stali szynowej według Tabeli nr 1.

Tabela 1 OZNACZENIA, OPIS I PARAMETRY STALI SZYNOWYCH STOSOWANYCH W TORACH ZARZĄDZANYCH PRZEZ PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Walcowane cechy wypukłe	Normy dotyczące szyn		Gatunek stali szynowej	Zakres twardości wg skali Brinella	Rm min [MPa]	Uwagi
	PN-EN 13674-1	PN-84/H- 93421				
1	2	3	4	5	6	7
brak cech	R200	St70P	Węglowo manganowa	200-240	680	
—	R220	St72P	Węglowo manganowa	220-260	700	
— —	R260	St90PA	Węglowo manganowa	260-300	880	
— — —	R350HT	brak	Węglowo manganowa	350-390	1175	*)
— — — —	R400HT	brak	Węglowo manganowa	400-440	1280	
— — — — —	brak	brak	Węglowo manganowa obrobiona	320-390	1080	**)

*) dla oznaczenia gatunku stali mogą być stosowane inne znaki liniowe (cechy wypukłe);

**) szyny obrabiane cieplnie w całej objętości produkowane w Hucie Katowice w latach 1985 – 1993 dodatkowo cechowane były przez nanoszenie w hucie znaków wkłęsłych w postaci pierścieni o średnicy 15÷20 mm, na szycie szyny po przeciwnej stronie znaków wypukłych w odległości 0,5÷2,0 m od jej końców.

§ 8. Wymagania dotyczące sprzętu

1. Do wykonywania robót spawalniczych w torach PKP należy stosować sprzęt właściwy dla dopuszczonej technologii spawalniczej i będący w dobrym stanie technicznym. Nie dopuszcza się mieszania osprzętu spawalniczego różnych Producentów oraz osprzętu z mieszaną termitową różnych Producentów.
2. Tygiel wielokrotnego użycia z osprzętem do spawania szyn termitem składa się z blaszanego korpusu (obudowy), w którym osadzona jest wykładzina ceramiczna. U wylotu tygla (w węższej, dolnej części wykładziny tygla) znajduje się otwór na wymienną tulejkę samospustową. Do nakrycia tygla podczas reakcji służy metalowa pokrywa.

- 1) Dobór tygla zależy od wielkości stosowanej porcji i technologii.
- 2) Pęknięcie ścianek wykładziny tygla kwalifikuje go do wymiany.
- 3) Grubość żuźla osadzającego się na wykładzinie tygla wielokrotnego użytku nie powinna przekraczać 8 mm.
3. Stojak do mocowania form, tygla i palnika:
 - 1) funkcję i rodzaj stojaka określa metoda spawania,
 - 2) stan techniczny powinien zapewniać prawidłowość mocowania ww. elementów i spełniać warunki BHP.
4. Uzbrojenie formy:

w skład uzbrojenia formy wchodzi obejmę form, których konstrukcja uzależniona jest od metody spawania.
5. Palnik do podgrzewania wstępnego końców szyn powinien odpowiadać stosowanej metodzie spawania i wymogom Producenta.
6. Zasadniczo używany jest palnik gazowy propanowo - tlenowy. Dopuszcza się stosowanie innych rodzajów palników, np. propanowo – powietrznych z określeniem rodzaju i parametrów przez dostawcę technologii i jednocześnie uzgodnieniem możliwości stosowania z Centrum Diagnostyki.
7. Przyrządy kontrolno-pomiarowe:

przyrządy służące do wykonywania, kontroli i odbiorów robót spawalniczych powinny być przynajmniej raz w roku sprawdzane (wzorcowane) w zakresie ich dokładności pomiarowej. Wymagania określono w § 18.
8. Urządzenia mechaniczne do obróbki mechanicznej złącza.
9. Urządzenia wspomagające stosowane w związku z budową lub naprawą toru bezстыkowego.
10. Namioty (lub parasole ochronne) odpowiedniej wielkości (o minimalnej długości 6 m i wysokości 3 m, przy szerokości zależnej od warunków miejscowych m.in. międzytorza), umożliwiające wykonanie połączeń w warunkach i sytuacjach specjalnych.
11. Sprzęt ręczny stosowany do wykonywania podstawowych czynności oraz stosowany w przypadku awarii sprzętu mechanicznego.
12. Szczegółowe zestawienie wymaganego sprzętu zamieszczono w § 14 oraz w załącznikach.

§ 9. Wymagania ogólne wykonania złączy spawanych

1. Przygotowanie do spawania szyn, rozjazdów i wstawek szynowych należy wykonywać zgodnie ze sztuką budowlaną i obowiązującymi przepisami, warunkami technicznymi,

standardami oraz niniejszą Instrukcją.

2. Spawanie szyn, rozjazdów i wstawek szynowych należy wykonywać według uprzednio sporządzonego planu spawania lub naprawy. Plan taki powinien być uzgodniony przez kompetentnego i uprawnionego w sprawach spawalnictwa nawierzchni kolejowej pracownika wyznaczonego przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., jednostkę właściwą ds. utrzymania i obsługi infrastruktury (Zakład Linii Kolejowych) lub ds. inwestycji (Centrum Realizacji Inwestycji lub reprezentującego Centrum – uprawnionego instytucyjnego Inżyniera Kontraktu).
3. Przed spawaniem szyn w torze eksploatowanym należy tor odpowiednio przygotować, tj. m.in. uzupełnić podsypkę oraz wyregulować tor w planie i profilu. Tor lub rozjazd przed spawaniem powinien być właściwie podbity.
4. Przed spawaniem szyn układanych lub już ułożonych w torze z zachowaniem odpowiedniego luzu spawalniczego po obu stronach styku należy zdjąć przytwierdzenia szyn co najmniej na 3 kolejnych podkładach, a w przypadku technologii szerokiego luzu zluźnić minimum na 4 kolejnych podkładach. Możliwe jest użycie śrub stopowych, przytwierdzeń sprężystych lub specjalnych stojaków do wyregulowania końców szyn.
5. Dopuszcza się spawanie szyn ułożonych luźno tzw. „na boso” (podkłady bez balastowania tłuczniem) pod następującymi warunkami:
 - 1) szyna powinna być ułożona w sposób umożliwiający właściwe i stabilne ustawienie końców do spawania z zachowaniem położenia wymaganych płaszczyzn i wzniosu,
 - 2) dopuszcza się tylko szlifowanie zgrubne (na gorąco) z pozostawieniem naddatku w zakresie $0,6 \div 1,0$ mm,
 - 3) ostateczne szlifowanie powinno być wykonane po uzupełnieniu podsypki i minimum pierwszym podbiciu oraz przytwierdzeniu szyn do podkładów.

§ 10. Warunki atmosferyczne wymagane przy spawaniu szyn i rozjazdów

1. W czasie spawania szyn termitem należy prowadzić pomiar temperatury szyn termometrem szynowym bezpośrednio w miejscu prowadzenia robót spawalniczych.
2. Podstawowy zakres temperatur szyn przeznaczonych do spawania wynosi od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$.
3. Zabrania się, w czasie opadów atmosferycznych, wykonywania czynności procesu technologicznego spawania termitowego od dopasowywania i zakładania form do szlifowania zgrubnego włącznie.
4. Podczas wykonywania prac spawalniczych w torach bezstykowych należy kierować się postanowieniami zawartymi we właściwych przepisach PLK.
Dotyczy to szczególnie:

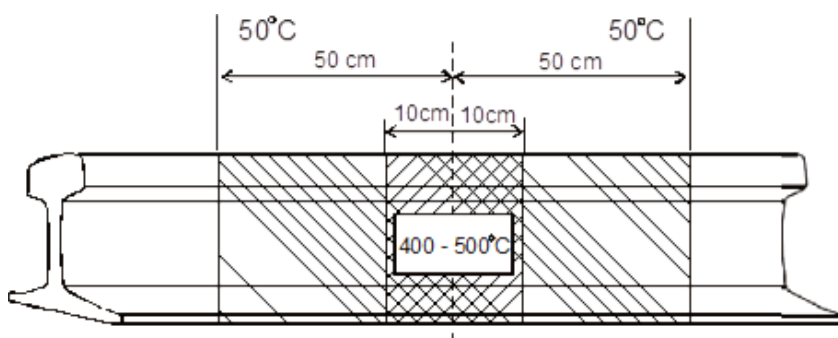
- 1) prowadzenia robót w wyznaczonych przez PLK temperaturach neutralnych,
 - 2) spawania szyn w torach bezстыkowych i przy łączeniu torów z rozjazdami oraz spawania rozjazdów ze sobą,
 - 3) wbudowywania wstawek szynowych lub usuwania pęknięć szyn,
 - 4) przytwierdzania szyn do podkładów podczas układania torów bezстыkowych,
 - 5) regulacji naprężeń.
5. Z uwagi na powstawanie jam skurczowych w czasie stygnięcia (chłodzenia), nie wolno dopuścić do wystąpienia sił rozciągających w gorącej spoinie do chwili ostygnięcia jej do temperatury poniżej 500°C.
6. Zastosowanie naprężaczy szynowych lub podgrzewaczy szyn powinno być zgodne z obowiązującymi instrukcjami ich obsługi oraz procesem technologicznym układania i utrzymania toru bezстыkowego m.in. z [21].
7. W wyjątkowych wypadkach dopuszcza się wykonywanie robót spawania termitowego przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych, np. opady atmosferyczne, temperatura w szynie w zakresie $0^{\circ}\text{C} \leq t < 5^{\circ}\text{C}$ pod następującymi warunkami:
- 1) w przypadku wystąpienia nagłych opadów atmosferycznych dokończenie wykonywania spoiny pod osłoną odpowiedniej wielkości parasolem (namiotem) z bocznymi opuszczanymi ścianami,
 - 2) wytworzenie odpowiedniej temperatury szyn w całym przekroju poprzecznym przy pomocy nagrzewnic wewnątrz odpowiedniej wielkości namiotu wykonanego z materiału zabezpieczającego przed opadami atmosferycznymi, wiatrem i szybkim ochładzaniem.
 - 3) zastosowanie kontrolowanego chłodzenia wykonanej spoiny przy pomocy np. osłon. Dotyczy to również obszaru szyny (wewnątrz i na zewnątrz namiotu), w którym temperatura jest zdecydowanie wyższa w wyniku dostarczonego ciepła w procesie spawania.
 - 4) pisemne zgłoszenie wniosku zawierającego lokalizację do Centrum Diagnostyki na minimum 10 dni przed planowanym wykonaniem robót.

§ 11. Cięcie szyn

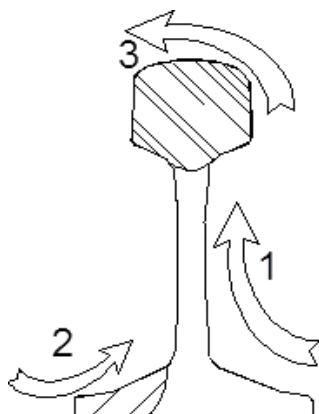
1. Miejsce cięcia szyn należy tak usytuować, aby wykonana spoina znalazła się w środku pola między podkładami.
2. Cięcie szyn w torach głównych przed spawaniem powinno być wykonane piłą mechaniczną. W torach bocznych dopuszcza się cięcie szyn o wytrzymałości $R_m = 880 \text{ MPa}$ i mniejszej palnikiem pod warunkiem wykonania tego bezpośrednio przed spawaniem. Przed przystąpieniem do cięcia szyn palnikiem w obszarze cięcia

na długości 50 cm, należy podgrzać równomiernie cały przekrój poprzeczny szyny do temperatury około 50°C.

3. W przypadku nie wykonywania spoiny bezpośrednio po cięciu palnikiem, w celu uniknięcia zmian strukturalnych, należy bezpośrednio przed cięciem podgrzać szynę do temperatury w zakresie 400÷500°C w obszarze 10 cm po obu stronach linii cięcia, zgodnie z Rys. 2.
4. Dla zachowania prostokątności cięcia szyn, cięcie przy użyciu palnika należy wykonać z zastosowaniem odpowiedniego szablonu (prowadnika) odwzorowującego kontur szyny (przekrój) oraz wózka.
5. Cięcie należy rozpoczynać od krawędzi stopki posuwając się poprzez szyjkę do główki. Następnie dociąć stopkę z drugiej strony, a potem główkę od strony rozpoczęcia cięcia szyny jak na Rys. 3.
6. Cięcie opisane powyżej można wykonywać pod warunkiem braku sił ściskających w miejscu cięcia szyny. W przypadku, gdy zachodzi podejrzenie występowania sił ściskających (np. z powodu wysokiej temperatury szyny), niedopuszczalne jest rozpoczynanie cięcia od stopki.



Rys. 2 Miejsca podgrzewania obszarów szyny przed cięciem palnikiem

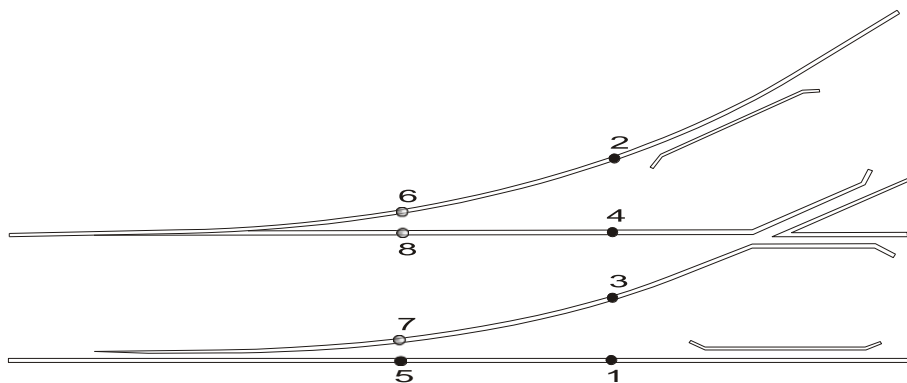


Rys. 3 Kolejność etapów i kierunki cięcia szyny

§ 12. Spawanie rozjazdów

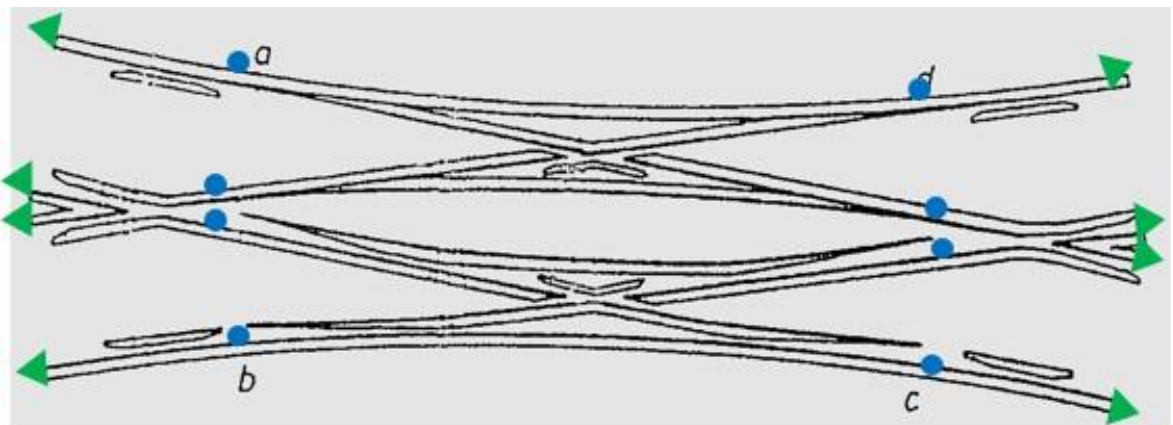
1. Przygotowanie do spawania rozjazdów należy wykonywać zgodnie z warunkami spawania rozjazdów i skrzyżowań torów zawartych w [17,18,21] oraz niniejszej Instrukcji.
2. Przy spawaniu styków w rozjeździe należy upewnić się, jaka wartość luzów została uwzględniona w produkcji rozjazdów zgodnie z dokumentacją.
3. Przed spawaniem należy sprawdzić prostopadłość styków początku i końca rozjazdu.
4. W celu zapewnienia prawidłowej pracy zwrotnic należy sprawdzić położenie iglic względem opornic (naznaczony punkt na opornicy) oraz prawidłowość działania zamknięć nastawczych, a w razie potrzeby wyregulować. Ma to szczególne znaczenie przy zamknięciach wrażliwych na pełzanie np. typu Kra. W przypadku zamknięć nastawczych samoregulujących np. SZS można ustalić położenie z nieznaczną tolerancją (około 2÷3 mm), bazując na punktach charakterystycznych nanoszonych w procesie produkcji lub poprzez ustawienie w środkowym położeniu i uzyskaniu aprobaty upoważnionych pracowników utrzymania lub inwestycji PLK.
5. Styki wewnętrzne w rozjeździe można spawać po zabalastowaniu tłucznem (uzupełnieniu podsypki i podbiciu) lub minimum dokładnym wyregulowaniu rozjazdu w planie i profilu przy temperaturze szyny wynoszącej minimum +5°C i maksimum +40°C.
6. Spawanie zewnętrznych styków rozjazdu z torem bezstykowym należy wykonywać w temperaturze wymaganej odrębnymi przepisami PLK, po zabalastowaniu tłucznem (uzupełnieniu podsypki i podbiciu) i dokładnym wyregulowaniu rozjazdu w planie i profilu.
7. Spawanie styków rozjazdu zwyczajnego należy wykonywać spawając z szynami łączącymi kolejno:
 - 1) urządzenia kierownicy (pierwsze leżące na kierunku zasadniczym),
 - 2) krzyżownice,
 - 3) opornice,
 - 4) iglice.

Kolejność wykonywania wewnętrznych połączeń spawanych w rozjeździe zwyczajnym przedstawia Rys. 4.



Rys. 4 Kolejność spawania styków wewnętrznych w rozjeździe zwyczajnym

8. Podczas spawania rozjazdów krzyżowych przyjmuje się podobną kolejność jak w ust. 7.
Schemat spawania przedstawia Rys. 5.

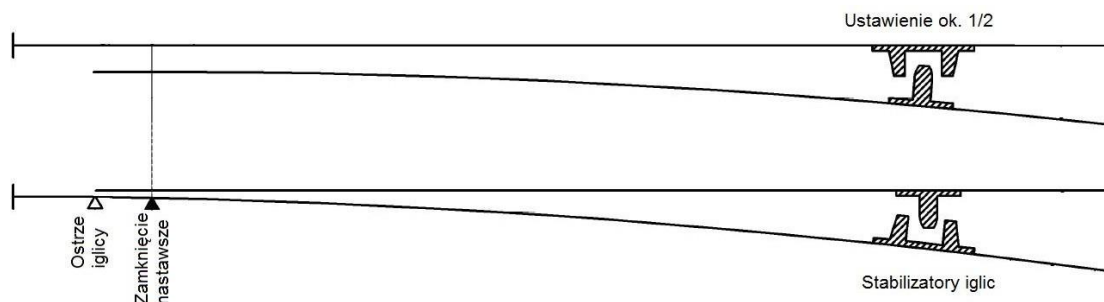


Legenda:

- – styki wewnętrzne spawane termitowo,
- ◀ – styki zewnętrzne zamykające o ile plan montażu nie ustala inaczej, spawane termitowo w wymaganej temperaturze PLK,
- po wykonaniu każdej ze spoin Nr 1, 2, 3, 4 dokonać sprawdzenia i ewentualnej regulacji zamknięć nastawczych uwzględniając skurcz spoiny po wykonanym spawie – kolejność stron i wykonywanych spoin zewnętrznych przykładowa (a/b czy c/d oraz 9 - 16).
- Należy stosować reguły ogólne.

Rys. 5 Kolejność spawania styków w rozjeździe krzyżowym podwójnym

9. Do spawania iglic z szynami łączącymi można przystąpić po wystygnięciu złączy spawanych poprzednio i zbadaniu położenia iglic względem punktów naniesionych przez Producenta na opornicach na wysokości początku iglic z uwzględnieniem 2 mm skurczu spoiny. Każdorazowo należy skontrolować położenie iglic na wysokości urządzenia przeciwpółnego.



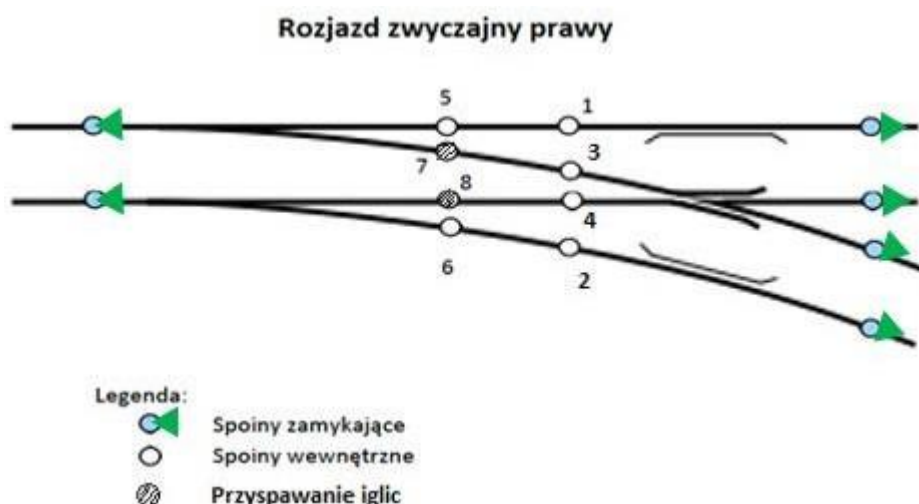
Rys. 6 Ustawienie iglic względem opornic

10. Po spawaniu iglice rozjazdu muszą przekładać się lekko, a zamknięcia nastawcze działać prawidłowo. Kontrolę prawidłowości działania należy wykonać wspólnie z pracownikiem odpowiedzialnym za właściwe działanie urządzeń nastawczych i kontrolnych rozjazdu.
11. Spawanie rozjazdów z torami przy temperaturze innej niż wskazane w [21] powinno być poprzedzone wyrównaniem naprężeń (wprowadzenie stanu zgodnego z temperaturą $23\pm 3^{\circ}\text{C}$) poprzez rozpięcie i odkręcenie (poluzowanie) mocowań na długości po minimum 60 m w każdym kierunku, swobodnym wydłużeniem lub skróceniem na rolkach, zastosowanie odpowiednich technologii wymuszonych naprężeń, zapięcie torów, spawanie. W każdym przypadku należy wykonać czynności wskazane w ust. 9, a tory wraz z rozjazdem powinny być wyregulowane w planie i profilu.

Spawanie rozjazdów z torami przy temperaturze innej niż wskazane w [21] wymaga uzgodnienia planu montażu przez właściwy administracyjnie Zakład Linii Kolejowych, Centrum Realizacji Inwestycji lub Inżyniera Kontraktu.

Uwaga! Należy dążyć by spawanie iglic było ostatnimi połączeniami zgodnie z Rys. 4.

Szczególnie dotyczy to spawania rozjazdów przy temperaturze niższej od $+15^{\circ}\text{C}$, przy czym styki zewnętrzne można spawać w temperaturach $+5^{\circ}\text{C} \div +15^{\circ}\text{C}$ (Rys. 7), a w wyjątkowych sytuacjach od 0°C po uprzedniej regulacji toru przed i za rozjazdem. Przyspawanie iglic (spoiny 7 i 8) jest końcowym spawaniem. Spoiny zamykające o ile plan montażu nie ustala inaczej - zgodnie m.in. z [21].



Rys. 7 Kolejność spawania styków w rozjeździe w temperaturach omówionych w ust. 11

§ 13. Ramowy proces technologiczny spawania

1. Proces technologiczny spawania szyn termitem z użyciem form suchych prefabrykowanych składa się z następujących operacji:
 - 1) przygotowania i ustawienia styku szyn do spawania,
 - 2) dopasowania i założenia form wraz z osprzętem i uszczelnieniem form, przy czym w przypadku miejsc trudnodostępnych należy stosować odpowiednie metody i jednocześnie zabrania się nasuwania form z obejmami wzdłuż szyny na odległość większą niż 4÷5 cm,
 - 3) napełnienia i ustawienia tygla (występuje tylko w przypadku stosowania tygla wielokrotnego użytku),
 - 4) podgrzewania końców szyn dla metod z normalnym (długim) czasem lub suszenia dla metody z krótkim czasem,
 - 5) spawania (reakcja i spust),
 - 6) zdjęcia obejm i obcięcia nadlewu,
 - 7) obróbki złącza: zgrubej i ostatecznej,
 - 8) znakowania spoiny za pomocą znaczników z ostrymi krawędziami celem wykonania trwałego i czytelnego odcisku.
2. Proces kończy dokonanie odbioru eksploatacyjnego przez spawacza i ostatecznego przez przedstawicieli zamawiającego, tj. PLK i Wykonawcy.
3. Ramowy proces technologiczny, spawania szyn termitem zawierający szczegółowy opis

wykonywanych operacji i czynności dla każdej metody przedstawiono w Załącznikach do Instrukcji.

§ 14. Zestawienie typowego wyposażenia drużyny spawalniczej

1. Zestawienie sprzętu i narzędzi do spawania szyn termitem ujęto w poniższych tabelach:

	Osprzęt do spawania	Ilość
1	Uniwersalny stojak do mocowania form, tygla i palnika ^{*)}	1 szt.
2	Uchwyt (imak) palnika ^{*)}	1 szt.
3	Pojemnik na żużel ^{*)}	2 szt.
4	Obejmy formy 60E1 - Elektro Thermit ^{*)}	2 szt.
5	Obejmy formy 49E1 - Elektro Thermit ^{*)}	2 szt.
6	Obejmy uniwersalne – Railtech (Pandrol) ^{*)}	2 szt.
7	Szpachla wąska	1 szt.
8	Specjalne obejmy do form 3 – częściowych ^{*)}	1 kpl.

^{*)} zgodnie ze stosowaną technologią i materiałami Producenta

	Wyposażenie do cięcia i podgrzewania końców szyn	Ilość
1	Rękojeść palnika	1 szt.
2	Nasadka palnika do cięcia	1 szt.
3	Rękojeść palnika do podgrzewania końców szyn	1 szt.
4	Nasadka palnika do podgrzewania końców szyn	1 szt.
5	Reduktor butlowy do propanu-butanu z dwoma manometrami	1 szt.
6	Reduktor butlowy do tlenu	1 szt.
7	Węże do tlenu	20 m
8	Węże do propanu-butanu	20 m
9	Wózek do nasadki palnika do cięcia	1 szt.
10	Prowadnik (szablon) do cięcia palnikiem	1 szt.
11	Mini-bezpiecznik do tlenu	1 szt.
12	Mini-bezpiecznik do propanu-butanu	1 szt.
13	Zapalniczka do gazu	1 szt.
14	Klucz (klucze) do kompletu palników	1 kpl.
15	Zestaw wałeczków do czyszczenia dysz palników	1 kpl.
16	Butle tlenowe	2 szt. ^{*)}
17	Butle propanowo - butanowe >30 kg	1 szt. ^{*)}

^{*)} minimum, ilość w zależności od potrzeb

	Ręczne wyposażenie podstawowe (ogólne)	Ilość
1	Przecinak płaski ślusarski (l = 200 ÷ 300 mm)	1 szt.
2	Młotek ślusarski 1,5 kg (+ trzonek zapasowy)	1 szt.
3	Młot kowalski min 3 kg (+ trzonek zapasowy)	1 szt.
4	Tarnik półokrągły 200 mm	1 szt.
	Ręczne wyposażenie podstawowe (ogólne)	Ilość
5	Pilnik płaski do metalu zdzierak 200 mm	1 szt.
6	Szczotka druciana	2 szt.
7	Łom stalowy (l = 750 ÷ 1500 mm)	1 szt.
8	Drażek do przytwierdzeń (sprężyn typu Sb)	1 szt.
9	Klucz do śrub stopowych	1 szt.
10	Łopata i widły (+ zapasowy trzonek)	1 szt.
11	Pojemnik (rynienka) na piasek pod stopkę szyny	1 szt.
12	Oslony główki szyny (krótka + długa)	1 szt.
13	Wiadro metalowe na piasek (12 l lub większe)	1 szt.
14	Wiadro metalowe na wodę (12 l lub większe)	1 szt.
15	Parasol ochronny lub namiot	1 kpl.
16	Kliny stalowe krótkie	8 szt.
17	Kliny stalowe długie	8 szt.
18	Zbiornik (naczynie) na ciepłą wodę do podgrzewania butli (Ø 600, h 500), podgrzewacze elektryczne	1 szt.
19	Okulary ochronne uniwersalne + zapasowe szkła (barwne i bezbarwne) dla spawacza i pomocnika	2 kpl.
20	Numerator(y) do nabicia nr ewidencyjnego i daty wykonania	1 szt. lub kpl.*)
21	Punktak	1 szt.
22	Brzeszczot do piły, do wstępnego obcięcia nadlewu l = min 600 mm	2 szt.
23	Pojemnik na odpady spawalnicze	1 szt.

*) w zależności od wariantu

	Wyposażenie do zgrubnej obróbki ręcznej	Ilość
1	Przecinak kowalski (+ zapasowy trzonek)	2 szt.
2	Gładzik kowalski	1 szt.

	Urządzenia do obróbki mechanicznej spoin	Ilość
1	Obcinarka hydrauliczna z właściwymi nożami obustronnego działania	1 kpl.
2	Szlifierka do szyn jednotokowa z możliwie długą bazą	1 kpl.
3	Szlifierka kątowna do pracy w miejscach trudno dostępnych	1 szt.
4	Piła mechaniczna do cięcia szyn z ramieniem mocowanym do szyny	1 kpl.
5	Agregat prądotwórczy	1 szt.
6	Przedłużacz elektryczny bębnowy (np. 25 m - 3x2,5 mm ²)	1 szt.
7	Szlifierka do rozjazdów ^{*)}	1 kpl.

^{*)} w zależności od potrzeb

	Urządzenia wspomagające, stosowane w związku z budową lub naprawą toru bezстыkowego^{*)}	Ilość
1	Naprężacze hydrauliczne	1 kpl.
2	Urządzenia do podgrzewania szyn.	1 kpl.
3	Alternatywne wyposażenie w dmuchawy zapewniające ogrzanie powietrza i szyn w warunkach i sytuacjach specjalnych.	1 szt.
4	Rolki podszynowe	1 kpl.

^{*)} w zależności od potrzeb

2. Zestawienie przyrządów pomiarowych używanych do spawania szyn termitem zestawiono w poniższej tabeli:

	Przyrządy pomiarowe	Ilość
1	Liniał stalowy, wzorcowany (legalizowany) o długości 1 m	1 szt.
2	Szablon uniwersalny	1 szt.
3	Klin pomiarowy do ustawiania wzniosu końców szyn	2 szt.
4	Klin pomiarowy do ustawiania wielkości luzu	1 szt.
5	Termometr szynowy	1 szt.
6	Stoper lub np. telefon ze stoperem	1 szt.
7	Szczelinomierz (0,05-1 mm)	1 szt.
8	Kątownik stalowy 250 mm do sprawdzenia prostokątności cięcia	1 szt.
9	Suwmiarka L 300/0,1 mm	1 szt.
10	Taśma pomiarowa o długości ≥ 15 m	1 szt.
11	Pirometr	1 szt.
12	Termometr do pomiaru temperatury powietrza	1 szt.
13	Liniał elektroniczny ^{*)}	1 szt.
14	Latarka	1 szt.

^{*)} zalecane

§ 15. Ogólne zasady przechowywania materiałów spawalniczych

1. Zasady podstawowe:

- 1) jeżeli Producent nie określił szczegółowo, to wilgotność powinna wynosić od 20÷60%, a temperatura w granicach od +5°C do + 35°C,
- 2) wymaga się, aby pomieszczenia (magazyny stałe i mobilne) wyposażone były w sprawny wilgotnościomierz i termometr,
- 3) pomieszczenia powinny być wyposażone w odpowiednio do asortymentu przystosowane regały,

- 4) spawalnicze materiały dodatkowe powinny być umieszczone w sposób uporządkowany, uniemożliwiający uszkodzenie, samoistne przemieszczenie ze swobodnym dostępem do kolejnych partii asortymentu,
- 5) opakowania fabryczne nie mogą być uszkodzone, a maksymalna ilość warstw składowania powinna być zgodna z zaleceniami Producenta.

2. Porcje termitowe:

- 1) porcje termitowe powinny być przechowywane w pomieszczeniach suchych, chronione przed wilgocią i uszkodzeniem, a w warunkach zimowych w pomieszczeniach ogrzewanych w temperaturze minimum + 15°C,
- 2) dopuszcza się przechowywanie porcji termitowych w magazynach mobilnych, tj. np. przyczepach roboczych oraz w odpowiednio dostosowanych samochodach w celu bieżącego wykorzystania, zasadniczo nie dłużej niż jedną dobę,
- 3) zabrania się stosowania porcji zawilgoconych nawet po osuszeniu, na podstawie oceny wzrokowej stwierdzając np. ślady kropeł skondensowanej pary wodnej, wilgoci na opakowaniu itp.,
- 4) zabrania się stosowania porcji uszkodzonych, dosypywania lub odsypywania mieszanki termitowej z porcji,
- 5) porcje powinny być otwierane bezpośrednio przed rozpoczęciem podgrzewania końców szyn lub bezpośrednio przed napełnieniem tygla,
- 6) jeżeli Producent (autoryzowany dostawca) nie zaleca inaczej, to tygle jednorazowe w warunkach stacjonarnych powinny być składowane na regałach lub paletach, maksymalnie dwuwarstwowo po zastosowaniu przekładki pomiędzy warstwami w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniem wykładziny ceramicznej tygla,
- 7) jeżeli Producent (autoryzowany dostawca) nie zaleca inaczej, to transport i przechowywanie w przyczepach roboczych lub samochodach powinien odbywać się na regałach lub paletach jednowarstwowo z zabezpieczeniem przed przemieszczaniem.

3. Formy spawalnicze:

- 1) formy spawalnicze powinny być przechowywane identycznie jak porcje termitowe w sposób opisany w ust. 2 pkt 1,
- 2) zabrania się stosowania form spawalniczych zawilgoconych nawet po osuszeniu na podstawie oceny wzrokowej stwierdzając np. ślady ledwo widocznego nalotu, pleśni itp.,
- 3) zabrania się stosowania form spawalniczych uszkodzonych,
- 4) kartony z formami powinny być otwierane bezpośrednio przed rozpoczęciem robót, otwarte kartony z niewykorzystanym do pracy w danym dniu formami powinny być powtórnie zamknięte i zalepione taśmą lub folią „stretch”.

- 5) Dla form spawalniczych stosuje się również postanowienia wskazane w ust. 2 pkt 6 i 7.
4. Zapały błyskawiczne:
- 1) zapały błyskawiczne powinny być przechowywane w oryginalnych, szczelnych pojemnikach, w pomieszczeniach suchych, w warunkach zimowych zgodnie z ust. 2 pkt 1,
 - 2) w warunkach budowy zapały błyskawiczne powinny być przechowywane w oryginalnych, szczelnych pojemnikach,
 - 3) nie wolno przechowywać zapałów błyskawicznych razem z porcjami termitu,
 - 4) nie wolno używać zapałów błyskawicznych uszkodzonych i/lub zawilgoconych, nawet po osuszeniu.
5. Decyzja o sposobie magazynowania powinna być zatwierdzona przez osobę upoważnioną i wywieszona w dostępnym miejscu.

§ 16. Ogólne zasady przechowywania sprzętu spawalniczego

1. Sprzęt spawalniczy powinien być przechowywany w magazynie stałym lub tymczasowym na budowie w warunkach określonych przez Producenta (dostawcę) w instrukcji obsługi.
2. Jeżeli Producent zgodnie z ust. 1 nie określił szczegółowo, to wilgotność powinna wynosić od 20÷60%, a temperatura w granicach od +5°C do +35°C.
3. Wymaga się by pomieszczenia wyposażone były w sprawny wilgotnościomierz i termometr.
4. W magazynie stałym sprzęt spawalniczy powinien być składowany na regałach lub paletach w sposób uporządkowany i zapobiegający uszkodzeniom.
5. W warunkach budowy reduktory butlowe powinny być składowane w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie (w opakowaniach fabrycznych lub w skrzynkach narzędziowych przeznaczonych tylko do ich przechowywania).
6. Butle z gazem powinny być przechowywane w pozycji stojącej, przypięte do ściany w sposób uniemożliwiający ich przewrócenie [16].
7. Sprzęt pomiarowy powinien być przechowywany ze szczególną dbałością, w sposób uniemożliwiający jego uszkodzenie mechaniczne lub korozję.
Liniał stalowy 1 m, komplet szczelinomierzy, kliny do pomiaru luzu i wzniosu oraz numeratory powinny być przechowywane w futerale lub pokrowcu.
Sprzęt pomiarowy powinien być cyklicznie konserwowany i wzorcowany (legalizowany). Nie wolno składować sprzętu pomiarowego we wspólnych pojemnikach z pozostałym sprzętem spawalniczym (kliny stalowe krótkie i długie, młotki, przecinaki, obejmy form itp.).

8. Węże do gazów powinny być stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem, rodzajem gazu i ciśnieniem znamionowym. Należy je zawieszać i przechowywać w sposób zabezpieczający przed powstawaniem ostrych załamania.
9. Pracownik pobierający do użytkowania jakiegokolwiek sprzęt czy narzędzia zobowiązany jest sprawdzić jego stan techniczny włącznie z wykonaniem czynności polegających na rozkręceniu niektórych elementów w celu sprawdzenia czy nie zachodzi możliwość wystąpienia uszkodzeń.
Zabrania się używania niesprawnego lub uszkodzonego sprzętu, narzędzi, przyrządów itp.
10. Decyzja o sposobie magazynowania powinna być zatwierdzona przez osobę upoważnioną i wywieszona w miejscu dostępnym.

§ 17. Bezpieczeństwo i higiena pracy

1. Wymagania podstawowe.
 - 1) Spawanie termitowe szyn mogą wykonywać tylko pracownicy posiadający kwalifikacje oraz dopuszczenie do prac spawalniczych nadane przez Centrum Diagnostyki, odpowiedni stan zdrowia oraz przeszkolenie pod względem bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie robót torowych i spawalniczych przeprowadzone przez pracodawcę spawaczy. W zakresie obsługi sprzętu mechanicznego spawacze obowiązani są posiadać stosowne przeszkolenia i uprawnienia do obsługi sprzętu mechanicznego itp.
 - 2) Roboty spawalnicze w infrastrukturze drogi kolejowej PLK (również w torach i rozjazdach zamkniętych dla ruchu pojazdów kolejowych) powinien nadzorować wyznaczony pracownik. Jest on odpowiedzialny za przestrzeganie przepisów BHP oraz właściwą organizację pracy podczas wykonywania złączy spawanych. Pracownik ten powinien posiadać ukończony kurs uprawniający do kontroli wykonania i odbioru spawalniczych robót nawierzchni kolejowej.
 - 3) Spawacz jest zobowiązany do przestrzegania przepisów przeciwpożarowych oraz bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie wykonywanych wszystkich czynności technologicznych spawania, a szczególnie związanych z użyciem butli z gazami, materiałów i sprzętu spawalniczego oraz sprzętu mechanicznego, w tym pilarek, agregatu itp.
 - 4) Wyznaczony spawacz prowadzący roboty odpowiada również za bezpieczeństwo osób znajdujących się na miejscu robót, w tym pomocnika. Współpracuje on z wyznaczonym przez Spółkę (Zakład Linii Kolejowych lub Centrum Realizacji Inwestycji) przedstawicielem prowadzącym roboty budowlane w zakresie realizacji

zamknięcia i otwarcia torów oraz rozjazdów dla ruchu pojazdów kolejowych, osygnalizowania miejsca robót, dojazdu i zjazdu itd. Pracownik Spółki jest również odpowiedzialny za prawidłowość udostępnienia i zabezpieczenia placu budowy.

- 5) Podczas spawania w warunkach specjalnych (np. w namiotach) należy spełnić wymagania dotyczące ochrony przed zanieczyszczeniami powietrza (np. przez zastosowanie filtrów na tygle i/lub wyciągów). Jeżeli warunki tego wymagają należy zastosować środki ochrony osobistej (np. indywidualne maski przeciwpyłowe).
- 6) Przy wykonywaniu robót spawalniczych należy przestrzegać obowiązujących przepisów, a w szczególności związanych z BHP m.in. [13-17, 26].

2. Odzież ochronna.

- 1) W czasie pracy spawacze i ich pomocnicy powinni być ubrani w certyfikowaną niepalną odzież ochronną spełniającą wymagania [26], przy czym klapy kieszeni marynarek muszą być na wierzchu, a nogawki spodni wyłożone na wierzch obuwia, aby nie dopuścić do zatrzymania się odprysków gorącego metalu i żużlu na ubraniu. Obuwie noszone przez spawaczy powinno łatwo zdejmować się z nóg.
- 2) Podczas spawania spawacz powinien mieć odpowiednio nakrytą głowę (beretem lub czapką bez daszka). Do ochrony rąk należy używać pięciopalcowych spawalniczych rękawic ochronnych.
- 3) Przy cięciu gazowym, oczyszczaniu i obcinaniu nadlewów spoin należy stosować okulary lub gogle spawalnicze z filtrem w wersji uchylnej.
- 4) Przy używaniu szlifierek należy używać okularów lub gogli ochronnych stosowanych podczas szlifowania. W przypadku spełnienia wymagań wytrzymałości na rozpryski okularów wskazanych w pkt 3 nie są wymagane osobne okulary do szlifowania.
- 5) Każda drużyna spawalnicza powinna być wyposażona w apteczkę pierwszej pomocy i koc gaśniczy oraz gaśnicę np. proszkową minimum 6 kg typu ABC lub BC.

3. Środki ochrony indywidualnej, odzież i obuwie robocze pracownicy wykonujący prace spawalnicze otrzymują zgodnie z Tabelą Norm przydziału środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego, stanowiącą Załącznik do Regulaminu pracy jednostki organizacyjnej zatrudniającej pracowników lub inny stosowny dokument Pracodawcy spawacza.

4. Zabronione jest wykonywanie prac spawalniczych bez używania przez pracowników środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego.

5. Składowanie mieszanek termitowych i zapalów błyskawicznych należy prowadzić zgodnie z zaleceniami Producenta oraz Centrum Diagnostyki, w tym § 15.

Podstawowe zasady to:

- 1) porcje mieszanek termitowych i zapalów błyskawiczne należy przechowywać w suchych pomieszczeniach,

- 2) porcji termitowych nie wolno przechowywać razem z zapalnikami błyskawicznymi. Materiały te nie mogą być składowane razem z materiałami palnymi lub ułatwiającymi spalanie,
 - 3) zapalniki błyskawiczne należy przechowywać w specjalnych pudełkach, które należy zamykać po każdorazowym wyjęciu zapalnika. Zapalników nie wolno przechowywać w ubraniu.
6. Zapalanie mieszanki i spust stopiwa:
- 1) Spawacz po zapaleniu zapalnika, wkłada go do tygla, inicjuje reakcję aluminotermiczną w tyglu, a następnie odsuwa się od tygla na odległość minimum 5 m. Pozostali pracownicy przed zapaleniem mieszanki powinni odsunąć się na odległość ponad 5 m i pozostać tam do czasu zakończenia spustu,
 - 2) osobom postronnym nie wolno zbliżać się do stanowiska spawalniczego na odległość mniejszą niż 5 m,
 - 3) przy zbliżaniu się pojazdów szynowych lub podczas ich przejazdu po sąsiednim torze nie wolno zapalać mieszanki termitowej w tyglu,
 - 4) przebieg spawania należy obserwować przez okulary ochronne – spawalnicze,
 - 5) należy zachować szczególną ostrożność po dokonaniu spuścić, podczas usuwania tygla, pojemników na żużel oraz nadlewów z obszaru główki po obcięciu obcinarką odkładając w miejsce bezpieczne, suche i niepalne podłoże. Przy usuwaniu stosować bezpieczne narzędzia, wskazane przez dostawcę technologii.
7. Jeżeli porcja mieszanki termitowej zapali się albo nastąpi wyciek płynnego stopiwa z nieuszczelnionego tygla lub niedokładnie uszczelnionej formy, to do gaszenia należy używać suchego piasku. Ze względu na możliwość spowodowania eksplozji pod żadnym pozorem do gaszenia nie wolno używać wody!
8. Podczas wykonywania prac spawalniczych niedopuszczalne jest zawieszanie przewodów i węży spawalniczych na ramionach lub kolanach oraz prowadzenie ich bezpośrednio przy innych częściach ciała.
9. Nie wolno dopuścić do kontaktu tlenu z tłuszczami i olejami pod jakąkolwiek postacią.
TLEN W KONTAKCIE Z TŁUSZCZEM TWORZY MIESZANINĘ WYBUCHOWĄ!
10. Butle gazowe należy chronić przed niedopuszczalnym nagrzewaniem w wyniku działania instalacji grzewczych lub otwartych płomieni i przechowywać zgodnie z [16].

ROZDZIAŁ III Kontrola wykonania i odbiory złączy szynowych spawanych termitem

§ 18. Kontrola robót spawalniczych

1. Kontroli robót spawalniczych w torach i rozjazdach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. mogą dokonywać pracownicy mający ukończony kurs z zakresu kontroli wykonania i odbioru robót spawalniczych nawierzchni kolejowej.
Uprawnieni do prowadzenia kontroli są pracownicy Zakładów Linii Kolejowych, nadzoru inwestycyjnego Spółki oraz zatrudnieni przez Inżyniera kontraktu.
Do prowadzenia kontroli nie są upoważnieni pracownicy Firm wykonujących roboty spawalnicze.
Oficjalni przedstawiciele dostawców technologii i Centrum Diagnostyki, na podstawie pisemnego upoważnienia Dyrektora Centrum Diagnostyki upoważnieni są do nadzoru, który stanowi szersze pojęcie niż kontrola.
2. Obowiązkiem kontrolującego roboty spawalnicze jest sprawdzenie prawidłowości wykonania robót zgodnie z niniejszą Instrukcją.
3. W razie stwierdzenia, że roboty prowadzone są niezgodnie z obowiązującymi przepisami, kontrolujący powinien natychmiast je wstrzymać informując o tym zakład pracy spawaczy oraz właściwą terytorialnie jednostkę PLK.
4. Kontroli powinna być poddana każda grupa spawalnicza przynajmniej jeden raz w roku.
5. Wyróżnia się następujące rodzaje kontroli:
 - 1) kontrolę wstępną,
 - 2) kontrolę w czasie spawania (kontrolę międzyoperacyjną),
 - 3) kontrolę końcową.
6. W ramach kontroli wstępnej należy sprawdzić:
 - 1) posiadanie przez spawaczy kwalifikacji zgodnych z § 6 niniejszej Instrukcji,
 - 2) prawidłowość przygotowania złącza do spawania ze zwróceniem uwagi na podbicie toru w miejscu robót,
 - 3) szyny, materiały spawalnicze i stan sprzętu spawalniczego zgodnie z normami, przepisami obowiązującymi w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., w tym postanowieniami niniejszej Instrukcji,
 - 4) bezpieczeństwo i warunki pracy:
 - a) znajomość przepisów z zakresu BHP i ochrony przeciwpożarowej przy pracach spawalniczych wykonywanych bezpośrednio w torach,
 - b) wyposażenie spawaczy termitowych w odzież ochronną i sprzęt ochrony osobistej.
7. Kontrola międzyoperacyjna polega na bieżącej obserwacji i sprawdzeniu, czy proces

technologiczny spawania jest zgodny z zastosowaną metodą oraz postanowieniami niniejszej Instrukcji.

W przypadku stwierdzenia istotnych uchybień w przestrzeganiu technologii wykonania spoin przez spawacza, należy odsunąć go od czynności i skierować na egzamin sprawdzający.

8. Kontrola końcowa jest przeprowadzana po wstępnym odbiorze spoiny przez spawacza zgodnie z § 19 ust. 8. W zakres kontroli końcowej wchodzi czynności określone w § 19 ust. 4 za wyjątkiem konieczności sporządzenia protokołu odbioru.

§ 19. Odbiór złącza spawanego termitem

1. Odbioru robót spawalniczych w torach i rozjazdach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. może dokonywać uprawniony pracownik mający ukończony kurs z zakresu kontroli wykonania i odbioru robót spawalniczych nawierzchni kolejowej. Uprawnieni do odbioru są pracownicy Centrum Diagnostyki, Zakładów Linii Kolejowych, nadzoru inwestycyjnego oraz zatrudnieni przez Inżyniera kontraktu. Odbioru nie mogą przeprowadzać pracownicy Firm wykonujących roboty spawalnicze, mogą oni jedynie współuczestniczyć w odbiorze. Przedstawiciele Wykonawcy mogą wykonywać odbiory wewnętrzne.
2. Niedopuszczalny jest odbiór złącza spawanego przez pracownika wykonującego spoinę, w charakterze spawacza prowadzącego lub pomocnika nawet jeżeli posiada odpowiednie uprawnienia wskazane w ust. 1.
3. Odbiorom muszą być poddane wszystkie złącza spawane w torach, rozjazdach i skrzyżowaniach.
4. Czynności odbioru złącza spawanego obejmują:
 - 1) przeprowadzenie oględzin,
 - 2) wykonanie pomiaru geometrii złącza,
 - 3) dokonanie odpowiednich wpisów w protokole odbioru złączy według załączonego wzoru nr 1 lub nr 2 (jeżeli odbioru dokonuje się po naprawie złącza).
5. Oględziny.
 - 1) Oględziny wstępne, podczas których należy sprawdzić:
 - a) odległość wykonanej spoiny od złącza spawanego, zgrzewanego albo złącza łukowego powinna być zgodna z definicją w § 2 ust. 1 pkt 16.
 - b) powierzchnię toczną i powierzchnie boczne główki szyny w strefie spoiny, które muszą być oszlifowane do profilu szyny, a pozostałe oczyszczone z resztek masy formierskiej i pozbawione nadlewów technologicznych,
 - c) oznakowanie złącza, które powinno być trwałe i czytelne (odcisk stempla), znakiem spawacza oraz datą wykonania (miesiąc i dwie ostatnie cyfry roku) w

odległości 200 mm od osi spoiny na zewnętrznej powierzchni bocznej główki szyny.

2) Oględziny szczegółowe, w trakcie których należy zbadać, czy:

- a) spoina termitowa tworzy jednolite połączenie spawanych końców szyn,
 - b) nie występuje brak wtopienia, brak metalu w spoinie w obrębie stopki i szyjki, pęknięcie/a idące w głąb spoiny. Wady te dyskwalifikują połączenie,
 - c) nie występują pory i pęcherze wychodzące na zewnątrz spoiny, wtrącenia piaskowe i żuźlowe, które są wadami dyskwalifikującymi spoinę, jeżeli:
 - w obszarze nadlewu wchodzi w przekrój szyny i ich głębokość jest większa niż 3 mm,
 - ich łączna powierzchnia przekracza $0,5 \text{ cm}^2$ w nadlewie stopki lub 2 cm^2 w nadlewie szyjki i główki szyny.
 - d) kształt nadlewu spoiny jest zgodny z zarysem formy, gdy nie jest, to stanowi wadę dyskwalifikującą połączenie,
 - e) występują braki metalu w spoinie. Jeżeli objętość braków wynosi do $1,5 \text{ cm}^3$ i występują one w główce szyny, to mogą być uzupełnione przez napawanie, jednak w przypadku braku takiej możliwości złącze powinno być wycięte.
- Niedopuszczalne jest napawanie w obszarze stopki i szyjki szyny.

6. Geometria złącza.

1) Prostoliniowość złącza spawanego sprawdza się przy pomocy:

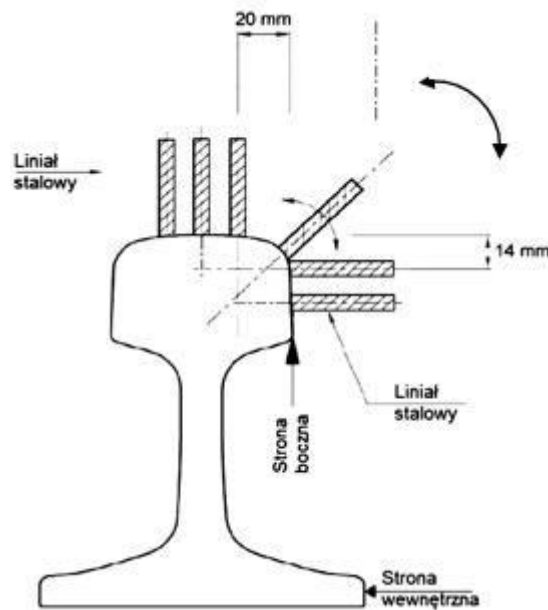
- a) liniału elektronicznego z zapisem komputerowym i możliwością wydruku w czasie rzeczywistym lub przy wykorzystaniu komputera klasy PC, o bazie pomiarowej długości 1 m i dokładności minimum 0,02 mm do sprawdzania prostoliniowości złączy szynowych w torach o prędkości $v > 160 \text{ km/h}$ i/lub według zaleceń wynikających z innych założeń projektowych lub odbiorowych oraz obowiązujących przepisów w Spółce,
- b) Liniału stalowego o długości 1 m, klinami pomiarowymi i szczelinomierzem. Liniął stosowany jest zarówno do ustawiania końców szyn jak i sprawdzania prostoliniowości złączy szynowych z dokładnością pomiaru minimum 0,05 mm w torach o prędkości $v \leq 160 \text{ km/h}$.

- 2) Prostoliniowość pionową złącza należy sprawdzać na powierzchni tocznej główki szyny w odległości 20 mm od krawędzi szyny. Sposób pomiaru prostoliniowości pionowej przy pomocy liniału przedstawia Rys. 9, a dopuszczalne odchyłki Tabela nr 3.
- 3) Prostoliniowość poziomą złącza należy sprawdzać na powierzchni bocznej główki szyny 14 mm poniżej powierzchni tocznej. Sposób pomiaru prostoliniowości poziomej przy pomocy liniału przedstawia Rys. 10, a dopuszczalne odchyłki Tabela nr 4.

7. Kryterium geometrii oprócz prostoliniowości jest:

1) Odwzorowanie profilu poprzecznego, które należy sprawdzić:

- a) dla $V \leq 160$ km/h za pomocą liniału stalowego i szczelinomierza. Środek liniału powinien być ustawiony w osi pionowej spoiny i należy wykonać ruch wahadłowy zaczynając od zewnętrznej krawędzi części tocznej główki szyny w kierunku powierzchni bocznej od strony wewnętrznej toru lub rozjazdu aż do około 25÷30 mm w płaszczyźnie poziomej,



Rys. 8 Sprawdzenie odwzorowania kształtu liniałem stalowym.

- b) dla $V > 160$ km/h oprócz procedury wskazanej w ust. 6 pkt 1 lit. a. należy dodatkowo wykonać pomiar przekroju poprzecznego w osi spoiny i po obu stronach w odległości po 250 mm za pomocą profilografu. Pomiary wykonuje się dla minimum 5% wykonanych spoin (złączy) w roku kalendarzowym. Odchyłki na jednym złączy pomiędzy profilami nie mogą przekroczyć 0,3 mm.
- 2) Pomiar długości szlifowania spoiny po obróbce mechanicznej, którą określamy jako kategorie szlifowania dla szyn nowych i definiujemy jako pomiar liczony od osi połączenia w obie strony:
- a) kategoria I - dla $v > 160$ km/h po 200 mm (łącznie 400 mm);
 - b) kategoria II - dla $120 \leq v \leq 160$ po 300 mm (łącznie 600 mm),
 - c) kategoria III - dla $v < 120$ km po 400 mm (łącznie 800 mm).

W przypadku występowania niezgodności w torach i rozjazdach polegającej na obniżeniu kategorii wykonania w stosunku do żądanej, nie dyskwalifikuje ona połączenia jako wady do wycięcia w sensie technicznym lecz stanowi podstawę do oceny pracy spawacza i Firmy zatrudniającej. Dla połączeń szyn eksploatowanych i

mieszanych (nowych ze staroużytecznymi) pożądana jest kategoria II, a obowiązuje kategoria III niezależnie od prędkości.

- 3) Pomiar twardości w obszarze spoiny dla minimum 10 szt. Wykonanych przez każdego spawacza z częstotliwością minimum raz w roku. Pomiar wykonywany jest w obecności upoważnionego pracownika Centrum Diagnostyki. Kryteria dopuszczające zawiera Tabela nr 2.

Tabela 2 Dopuszczalna twardość spoiny

Gatunek stali szynowej	Przedział normatywny szyny [HB]	Dopuszczalna twardość spoiny [HB]
R200	200÷240	230 ± 20
R220	220÷260	250 ± 20
R260	260÷300	300 ± 20
R350HT	350÷390	350 ± 20
R400HT	400÷440	390 ± 30

8. Wstępny odbiór wykonanego złącza po obróbce ostatecznej przeprowadza spawacz dokonując wszystkich pomiarów i oględzin zgodnie z postanowieniami niniejszego paragrafu. Wyniki pomiarów wpisuje do „Dziennego rejestru wykonanych spoin” - wzór nr 3, który każdy spawacz zobowiązany jest prowadzić na bieżąco.

W przypadku wystąpienia wad, spawacz podejmuje decyzję o naprawie lub wycięciu złącza.

Rejestry według wzoru nr 3 i 4 nie stanowią dokumentów załączanych do odbiorów, Oryginały należy przechowywać przez minimum 7 lat u Wykonawców spoin (Firmy, jednostki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. posiadające spawaczy).

Uwaga! Za prawidłowość wykonanych robót torowych, w tym związanych z torem bezстыkowym odpowiada stosowny nadzór, a nie spawacz.

9. Badania defektoskopowe złączy spawanych przeprowadza Centrum Diagnostyki lub dopuszczona Firma zgodnie z [20], na zlecenie Wykonawcy, przed odbiorem ostatecznym w następujących przypadkach:
 - 1) dla $V > 140$ km/h – badaniom defektoskopowym podlegają wszystkie spoiny,
 - 2) dla $V \leq 140$ km/h – decyzję co do potrzeby przeprowadzenia badań defektoskopowych podejmuje upoważniony przedstawiciel zlecającego na podstawie badań wizualnych.
10. Odbioru ostatecznego złącza w torze dokonuje komisja zgodnie z zapisem w § 19 pkt 1. Wyniki oględzin i pomiarów wraz z datą wpisuje do protokołu odbioru i potwierdza

podpisem (Wzór nr 1 lub nr 2).

11. Terminy odbiorów ostatecznych złączy.

Złącza wykonane w czasie wymiany nawierzchni lub ciągłej wymiany szyn powinny być odebrane w terminach odbioru eksploatacyjnego robót.

W pozostałych przypadkach odbiór należy przeprowadzić w ciągu dwóch tygodni od daty wykonania złącza. Warunkiem jest właściwe zabalastowanie i podbicie toru lub rozjazdu.

12. Odpis protokołu odbioru złączy stanowi załącznik do protokołu ostatecznego odbioru robót nawierzchniowych.

13. Złącze zakwalifikowane do wymiany powinno być usunięte z toru w trybie natychmiastowym. O takiej konieczności pracownik odbierający spoiny powiadamia natychmiast właściwego naczelnika Sekcji Eksploatacji lub nadzór Inwestycyjny w zależności od rodzaju robót.

14. Złącze zakwalifikowane do naprawy należy naprawić w terminie określonym w protokole odbioru, jednak nie później niż 14 dni od daty odbioru.

Po naprawie lub wymianie złącza należy dokonać ponownego odbioru sporządzając protokół ponaprawczy (Wzór nr 2).

15. Kwalifikacja spoin:

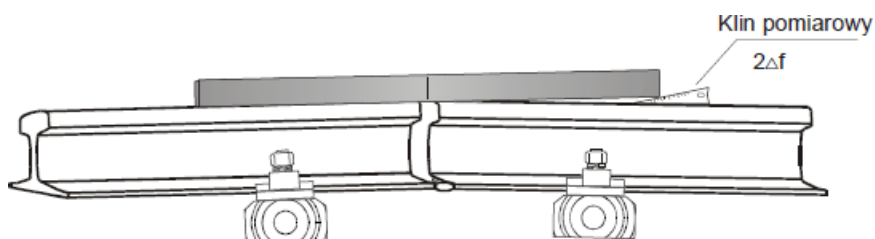
Spoina uzyskuje ocenę:

- 1) dobrą, jeżeli nie stwierdzono wad kwalifikujących spoinę do naprawy lub wycięcia,
- 2) dostateczną, jeżeli stwierdzono co najmniej jedną wadę kwalifikującą spoinę do naprawy,
- 3) niedostateczną, jeżeli stwierdzono co najmniej jedną wadę kwalifikującą spoinę do wycięcia.

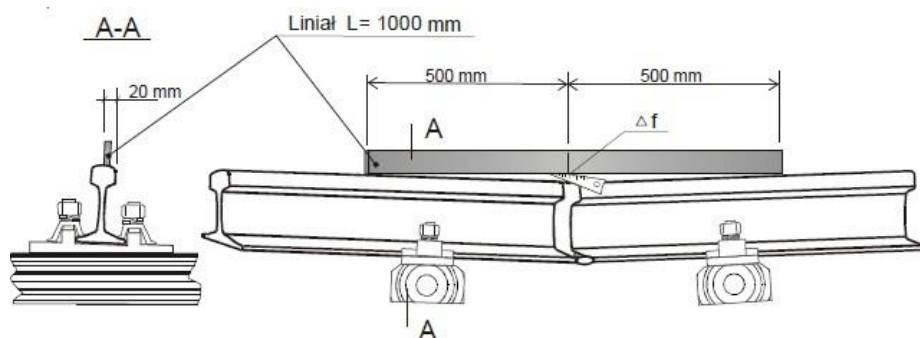
16. Wymagania dotyczące geometrii złącza mierzone na bazie 1 m opisano w ust. 6 i 7 oraz wskazano na rysunku 9 i 10 oraz w odpowiednich tabelach – nr 3 i 4:

1) części tocznej główki szyny – pionowo,

a) wypukłość (zawyżenie toku)



b) wklęsłość (zaniżenie toru)



Rys. 9 Schemat sprawdzania prostoliniowości złącza w płaszczyźnie pionowej

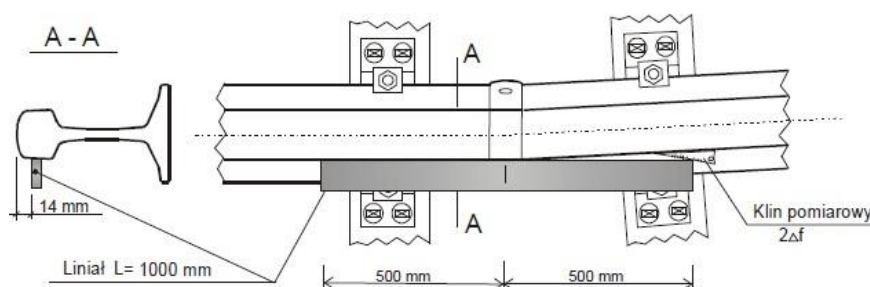
Tabela 3 Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości pionowej.

Lp.	Rodzaj wady i jej klasyfikacja	Odchyłki wymiaru Δf [mm]					
		Tory główne				Tory pozostałe	
		$V > 160$ km/h		$V \leq 160$ km/h		-	
		wypukłość	wklęsłość	wypukłość	wklęsłość	wypukłość	wklęsłość
1.	Brak wady	$\Delta f \leq 0,3^{*)}$	$\Delta f = 0$	$\Delta f \leq 0,3^{*)}$	$\Delta f \leq 0,1$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
2.	Wada wymaga naprawy	$0,3 < \Delta f \leq 0,5$	$0 < \Delta f \leq 0,2$	$0,3 < \Delta f \leq 0,5$	$0,1 < \Delta f \leq 0,3$	$0,5 < \Delta f \leq 1,0$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$
3.	Wada wymaga wycięcia	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,2$	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,3$	$\Delta f > 1,0$	$\Delta f > 0,8$

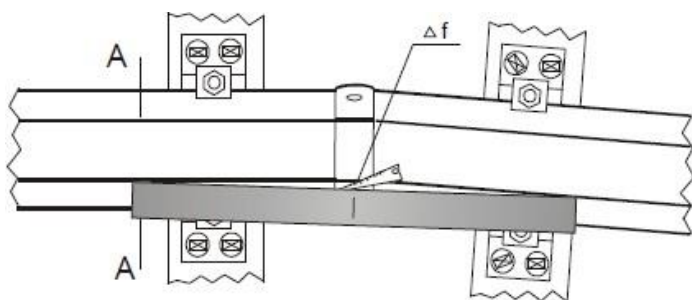
^{*)} UWAGA: Zalecany optymalny stan powykonawczy – wypukłość $0,1 \pm 0,3$ mm do prędkości 160 km/h i $0,1 \pm 0,2$ dla prędkości powyżej 160 km/h.

2) części bocznej główki szyny – poziomo:

a) wypukłość (zwężenie toru)



b) wklęsłość (poszerzenie toru)



Rys. 10 Schemat sprawdzania prostoliniowości złącza w płaszczyźnie poziomej.

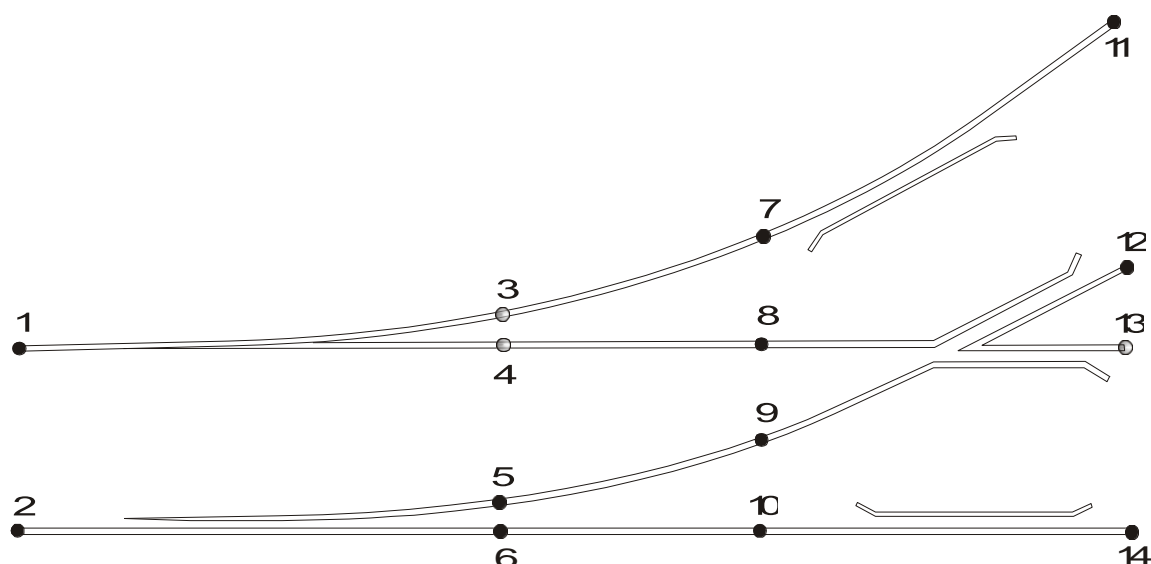
Tabela 4 Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości poziomej.

Lp.	Rodzaj wady i jej klasyfikacja	Odchyłki wymiaru Δf [mm]			
		Tory główne		Tory pozostałe	
		wypukłość	wklęsłość	wypukłość	wklęsłość
1.	Brak wady	$\Delta f=0$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
2.	Wada wymaga naprawy	$0 < \Delta f \leq 0,3$	$0,3 < \Delta f \leq 0,6$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$
3.	Wada wymaga wycięcia	$\Delta f > 0,3$	$\Delta f > 0,6$	$\Delta f > 0,8$	$\Delta f > 0,8$

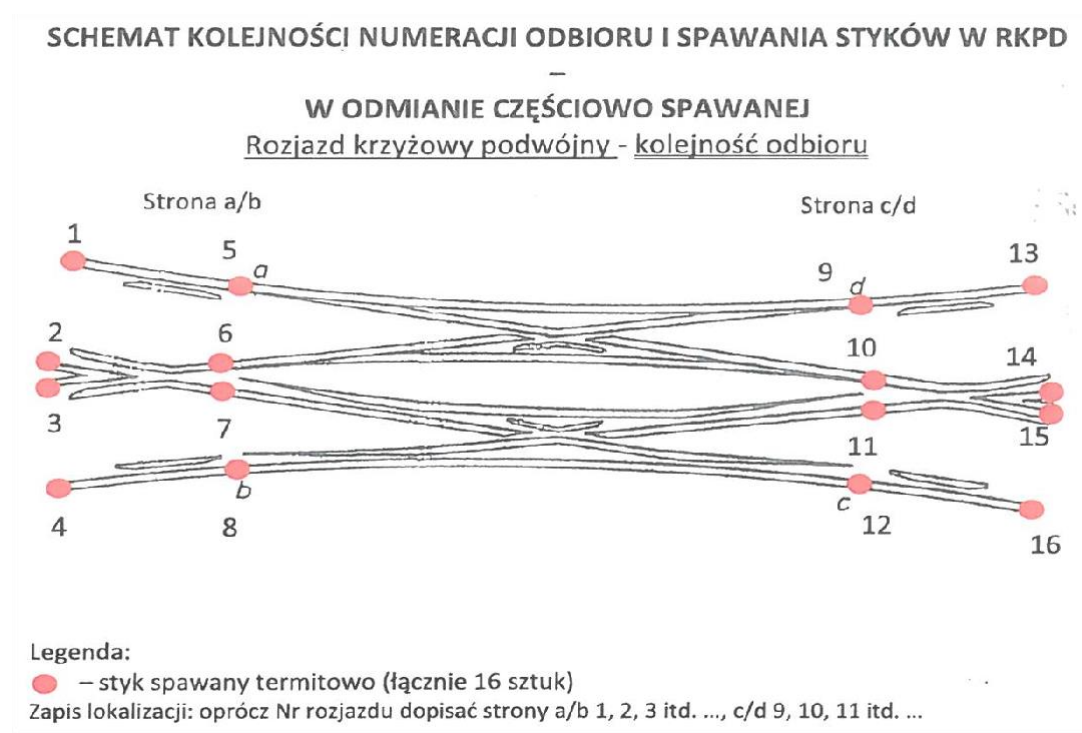
17. Dla ujednolicenia numeracji spoin w rozjazdach dla potrzeb odbioru, wprowadza się kolejność wskazaną na Rys. 11 i 12.

W przypadku wystąpienia mniejszej ilości spoin w rozjeździe zachowuje się wskazaną numerację z pominięciem numeru, który nie występuje (dla przykładu w rozjeździe zwyczajnym zawsze wystąpi numer 14 bez wskazania numerów np. 7 i 10).

W przypadku wbudowania wstawki przyjmuje się numerację podstawową dwóch sąsiednich spoin (dla przykładu wstawka w obszarze spoiny 4 w rozjeździe zwyczajnym, z wycięciem pierwotnej spoiny 4 w kierunku spoiny 8 powinna być numerowana jako 4 – 8).



Rys. 11 Numeracja wykonanych spoin w rozjeździe zwyczajnym dla potrzeb diagnostycznych i odbiorowych



Rys. 12 Numeracja wykonanych spoin w rozjeździe krzyżowym podwójnym dla potrzeb diagnostycznych i odbiorowych

ROZDZIAŁ IV Dokumenty związane

§ 20. Normy i przepisy związane ze spawaniem szyn termitem

1. PN-EN 13674 - 1 Kolejnictwo – Tor – Szyna – Część I: Szyny kolejowe Vignole’a o masie 46 kg/m i większej;
2. PN-EN 14730 – 1 Kolejnictwo - Tor - Spawanie termitowe szyn - Część 1: Dopuszczenie procesów spawania;
3. PN-EN 14730 – 2 – Kolejnictwo - Tor - Spawanie termitowe szyn - Część 2: Kwalifikacja spawaczy do spawania termitowego, dopuszczenie wykonawców robót i odbiór spawów;
4. PN-EN ISO 4063 - Spawanie i procesy pokrewne - Nazwy i numery procesów;
5. PN-EN ISO 9606-1:2014-02 Egzamin kwalifikacyjny spawaczy - Spawanie - Część 1: Stale;
6. PN-EN 169 - Ochrona indywidualna oczu - Filtry spawalnicze i filtry dla technik pokrewnych - Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie;
7. BN-83/9313-04 Rozjazdy i skrzyżowania torów. Wymagania i badania;
8. PN-84/H-93421 Szyny kolejowe normalnotorowe;
9. PN-EN ISO 14731 Nadzór spawalniczy – Zadania i odpowiedzialność;
10. Karta UIC 860 Warunki techniczne na dostawy szyn;
11. Kodeks UIC 712 Wady szyn;
12. Katalog wad w szynach, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
13. USTAWA z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414);
14. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27 kwietnia 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach spawalniczych, Dz. U. nr 40/2000 poz. 470;
15. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003, Nr 47, poz. 401) - Rozdział 16;
16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 grudnia 2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy produkcji i magazynowaniu gazów, napełnianiu zbiorników gazami oraz używaniu i magazynowaniu karbidu (Dz. U. 2004 nr 7 poz. 59);
17. Id-1 (D-1) Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych w brzmieniu obowiązującym;
18. Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4;

19. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych – wymagania i badania, Id-106, nr ILK3d-518/3/07 w brzmieniu obowiązującym;
20. Wytyczne ultradźwiękowych badań złączy szynowych zgrzewanych i spawanych Id- 17;
21. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót nawierzchniowo-podtorzowych Id-114;
22. Procedura SMS-PW - 17 „Dopuszczenie elementów podsystemów i technologii przeznaczonych do stosowania na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.” wraz z dokumentami związanymi;
23. P/IGSN-513-3 /2016 Warunki dopuszczenia wykonawców prac spawalniczych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Część 6: Złącza szynowe – spawanie termitowe – wykonawstwo wewnętrzne;
24. P/IGSN-513-1 /2019 Warunki dopuszczenia wykonawców prac spawalniczych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Część 4: Złącza szynowe – spawanie termitowe – wykonawstwo zewnętrzne;
25. Standardy Techniczne Szczegółowe Warunki Techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) /250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem);
26. PN-EN ISO 11611 Odzież ochronna do stosowania podczas spawania i w procesach pokrewnych;
27. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów;

Uwaga! Przyjmuje się, że wszystkie akty prawne (ustawy, rozporządzenia, normy, przepisy, uregulowania wewnętrzne w Spółce itp.) należy stosować w brzmieniu obowiązującym, korzystając z tekstu jednolitego, jeżeli jest ustanowiony na dzień rozpoczęcia robót spawalniczych.

Tabela zmian

Lp. zmiany	Przepis wewnętrzny, którym zmiana została wprowadzona (rodzaj, nazwa i tytuł)	Jednostki redakcyjne w obrębie których wprowadzono zmiany	Data wejścia w życie	Biuletyn PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w którym zmiana została opublikowana

PROTOKÓŁ Nr/.....

ODBIORU ZŁĄCZY SZYNOWYCH SPAWANYCH TERMITEM

IZ ISE
 Linia Nr toru km od do
 Stacja rozjazd Nr typ nawierzchni
 Ogólna ilość złączy odebranych do naprawy do wycięcia

Lp.	Lokalizacja		Nr spoiny w rozjeździe	Znak spawacza	Pomiar prostoliniowości		Wyszczególnienie wad /C,D,E/	Ocena złącza	Sposób usunięcia wad	UWAGI
	km	tok L, P			pionowej /A/	poziomej /B/				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Złącza wykonano w okresie od do przez
 Odbioru dokonał (Imię i NAZWISKO, Firma):

1. Uprawniony do odbioru przedstawiciel PKP PLK S.A. podpis
2. Przedstawiciel Inwestora podpis
3. Przedstawiciel Wykonawcy podpis

Termin usunięcia wad data odbioru

Przykładowe oznaczenie wad:

A. Prostoliniowość pionowa

- ^ 0,3 - wypukłość
- √ 0,2 - wklęsnięcie
- └ 0,2 - przesunięcie /różnica poziomów powierzchni tocznej/

B. Prostoliniowość pozioma

- < 0,3 - wypukłość
- > 0,2 - wklęsnięcie
- └ 0,3 - przesunięcie /powierzchnie boczne wewnętrzne w różnych płaszczyznach/

C. Wady wykonania

- Fa - wyciek /brak metalu/
- Fe - porowatość spoiny
- Db - brak wtopienia
- Fk - nadmierny nadlew
- Ba - żużel zwarty
- Bb - żużel pasmowy
- Bc - wtrącenie obcego metalu /napawianie/
- Bd - wtrącenia piaskowe

D. Pęknięcia spoiny

- Ea - podłużne
- Eb - poprzeczne
- Ec - promieniowe

E. Wady obróbki

- Pt - powierzchni tocznej
- Pb - powierzchni bocznej
- Ns - nieoczyszczona spoina

*niepotrzebne skreślić

ZAŁĄCZNIK DO PROTOKOŁU ODBIORU Nr/.....

PROTOKÓŁ PONAPRAWCZY Nr/.....
ODBIORU ZŁĄCZY SZYNOWYCH SPAWANYCH TERMITEM

IZ **ISE**

Linia Nr toru km od do

Stacja rozjazd Nr typ nawierzchni

Ogólna ilość złączy odebranych do naprawy do wycięcia

L.p.	Lokalizacja		Nr spoiny w rozjeździe	Znak spawacza	Pomiar prostoliniowości		Wyszczególnienie wad /C,D,E/	Ocena złącza	Sposób usunięcia wad	UWAGI
	km	tok L P			pionowej /A/	poziomej /B/				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

Naprawę*/ nowe złącza* wykonano w okresie od do przez

Odbioru dokonał (Imię i NAZWISKO, Firma):

1. Uprawniony do odbioru przedstawiciel PKP PLK S.A..... podpis
2. Przedstawiciel Inwestora podpis
3. Przedstawiciel Wykonawcy podpis

Termin usunięcia wad data odbioru

Przykładowe oznaczenie wad:

A. Prostoliniowość pionowa

- ^ 0,3 - wypukłość
 v 0,2 - wklęsnięcie
 — 0,2 - przesunięcie /różnica poziomów powierzchni tocznej/

B. Prostoliniowość pozioma

- < 0,3 - wypukłość
 > 0,2 - wklęsnięcie
 — 0,3 - przesunięcie /powierzchnie boczne wewnętrzne w różnych płaszczyznach/

C. Wady wykonania

- Fa - wyciek /brak metalu/
 Fe - porowatość spoiny
 Db - brak wtopienia
 Fk - nadmierny nadlew
 Ba - żużel zwarty
 Bb - żużel pasmowy
 Bc - wtrącenie obcego metalu /napawanie/
 Bd - wtrącenia piaskowe

D. Peknięcia spoiny

- Ea - podłużne
 Eb - poprzeczne
 Ec - promieniowe

E. Wady obróbki

- Pt - powierzchni tocznej
 Pb - powierzchni bocznej
 Ns - nieoczyszczona spoina

*niepotrzebne skreślić

(miesiąc / rok)

Data	Produkt spawalniczy: 1. Zgrzeina, 2. Spoina, 3. Napoina i metoda wykonania	Materiał podstawowy (profil szyny, kształtownika, gatunek stali, obróbka cieplna)	Materiał dodatkowy (nazwa, oznaczenie, nr partii, porcji, data produkcji)	Lokalizacja (linia, km, nr toru, tok, nr rozjazdu i nr spoiny w rozjeździe, nazwa elementu napawanego)	Zastosowane naprężacze mechaniczne / podgrzewanie szyn do temp. [°C]	Warunki atmosferyczne (temp. w szynie, temp. otoczenia [°C], wiatr, opady)	Stwierdzone nieprawidłowości (prostość końców szyn, nadmierne ich zużycie, brak podbicia itp.)	Odbiór wstępny		Podpis spawacza / operatora	
								Ogledziny zewnętrzne	Wyniki pomiarów (prostoliniowość, przekroczenie tolerancji przy regeneracji, itp.)		
									Pion		Poziom
Zatwierdził:		Data:		Podpis i pieczęć							

46

WZÓR (uniwersalny) nr 4

Firma (pieczęć)

PERSONALNY REJESTR WYKONANYCH ZGRZEIN, SPOIN, NAPOIN*
w okresie I / II* półrocza 20..... roku.

Lp.	Imię i nazwisko operatora/spawacza	Numer identyfikacyjny	Staż pracy w danej metodzie	Uprawnienia na metodę / data ważności	Liczba wykonanych zgrzein, spoin lub napoin, kolejność zgodnie z Rejestrem Dziennym	w tym: z oceną niedostateczną	w tym: z oceną dostateczną	Liczba zgrzein, spoin, napoin uszkodzonych w eksploatacji, data ich wykonania i wykrycia uszkodzenia
1								
2								
3								
4								
5								
....								
Sporządził:			Zatwierdził:		Data:	Podpis i pieczęć:		
.....				

**niepotrzebne skreślić*

METODY PODSTAWOWE

Załącznik 1 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS Według technologii firmy Grupy Goldschmidt Thermit - ELEKTRO-THERMIT, Niemcy

1. Przygotowanie i ustawienie styku szyn do spawania

Lp.	Czynność	Narzędzia	Materiał	Uwagi
1.	Zluzować śruby stopowe lub usunąć przytwierdzenia sprężyste co najmniej na trzech kolejnych podkładach po obu stronach styku. Usunąć tłuczeń pod stykiem w ilości umożliwiającej niezakłóconą pracę.	Klucze, widły, drążek, podnośnik szynowy	brak	Luzowanie śrub stopowych i usuwanie przytwierdzeń sprężystych wykonuje się w celu wyregulowania i prawidłowego ustawienia końców szyn oraz zmniejszenia naprężeń w spoinie podczas jej stygnięcia.
2.	Pod stykiem ułożyć blachę w celu ochrony podsypki przed zanieczyszczeniami.	Blacha (śmietniczka)	brak	brak
3.	Przygotować końce szyn: oczyścić powierzchnie czołowe i boczne z rdzy, farby, smarów i brudów na szerokości formy tj. na około 100 mm po obu stronach styku oraz na główce szyny w strefie przykładania liniału.	Szczotka druciana, palnik propanowo-tlenowy, pilnik	Tlen, Propan (propan-butan mieszanina C)	brak
4.	Sprawdzić prostopadłość powierzchni czołowej do podłużnej osi szyny.	Kątownik, szczelinomierz	brak	Dopuszczalne odchylenia od płaszczyzny

Lp.	Czynność	Narzędzia	Materiał	Uwagi
				pionowej i poziomej prostopadłej do osi szyny zgodnie z § 19 ust. 16 Tabela 3 i 4.
5.	W przypadku nieprostopadłości lub uszkodzeń końców szyn (pęknięcia, rozwarstwienia, wykruszenia) obciąć je w odległości 50 mm od końca wady lub otworu.	Przenośna piła mechaniczna z uchwytem mocującym do szyny, stanowisko do cięcia tlenem, szablon do cięcia palnikiem	Tarcza ścierna, tlen, propan-butan	Szyny o zwiększonej wytrzymałości należy ciąć piłą według zaleceń zawartych w § 11.
6.	Usunąć zgorzelinę po cięciu szyn tlenem, a po cięciu piłą grad oraz ewentualne pozostałości nadlewu starej spoiny.	Szczotka druciana, przecinak, szlifierka ręczna, pilnik	Kamienie szlifierskie	brak
7.	Ustawić końce szyn do spawania tak, aby luz spawalniczy wynosił $24 \div 26$ mm, a końce szyn na długości 1000 mm były wzniesione $2,4 \div 2,8$ mm ($2\Delta f$) nad powierzchnią toczną.	Suwmiarka, liniał dł. 1 m, szablon i klin pomiarowy do ustawienia luzu i wzniosu, kliny metalowe do ustawiania wzniosu	brak	W przypadku cięcia szyn palnikiem, ustawienie końców sprawdzić dopiero po ich wystygnięciu.
8.	Sprawdzić ustawienie końców szyn w płaszczyźnie poziomej, pionowej, prostoliniowość krawędzi stopek oraz wielkość luzu spawalniczego.	Suwmiarka, liniał o dł. 1 m, kliny pomiarowe i szablon uniwersalny	brak	brak
9.	Ustawić i umocować	Stojak	brak	Szablon uniwersalny

Lp.	Czynność	Narzędzia	Materiał	Uwagi
	na główce szyny stojak uniwersalny w odległości określonej szablonem.	uniwersalny, szablon uniwersalny		służy do ustalenia położenia stojaka, określenia wielkości luzu spawalniczego oraz odległości palnika od główki szyny i tygla od formy.
10.	Ustawić uchwyt z palnikiem w stojaku nad powierzchnią toczną główki szyny na wysokości 40÷45 mm.	Palnik do podgrzewania, uchwyt palnika, szablon uniwersalny	brak	jw.

2. Założenie i uszczelnienie formy

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Sprawdzić stan poszczególnych części formy zwracając uwagę na stan powierzchni przylegających do szyny. Kanały spustowe i otwory na nadlewy technologiczne muszą być oczyszczone.	Pilnik okrągły	Części formy	Do spawania w torach głównych należy używać form bez żadnych uszkodzeń. Formy z niewielkimi uszkodzeniami powierzchni przylegających do szyny można stosować do spawania torów bocznych. Należy jednak starannie poprawić uszkodzone powierzchnie masą formierską. Zawilgoconych form nie należy używać.
2.	Sprawdzić dopasowanie formy do szyny. W razie	Pilnik	jw.	Należy uważać, aby połówki formy

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	potrzeby dopasować przez lekkie dotarcie.			przy docieraniu zachowały położenie prostopadłe do szyny, a górna powierzchnia dotartego mostka leżała poziomo w formie.
3.	Pierwszą połówkę formy włożyć w obejmę, założyć od zewnątrz na szynę symetrycznie do osi luzu spawalniczego, a następnie lekko dokręcić śrubę dociskową ramienia urządzenia mocującego.	Obejma, urządzenie mocujące formę	Półówka formy	Położenie półówki formy powinno być dokładnie symetryczne względem końców szyn.
4.	Drugą połówkę formy z obejmą, ściśle dopasować od wewnątrz do półówki formy już założonej i lekko dokręcić drugą śrubę dociskową ramienia urządzenia mocującego.	Obejma, urządzenie mocujące formę	Półówka formy	Położenie półówki formy powinno być dokładnie symetryczne względem końców szyn.
5.	W jednej z połówek formy należy odłamać ściankę kanału spustowego w celu umożliwienia wypływu płynnego żużla.	Młotek lub szablon uniwersalny	brak	brak
6.	Sprawdzić dopasowanie mostka do form i połówek formy do szyn, a pod stopką skontrolować poprawność ich ustawienia.	Pilnik	brak	Przy spawaniu szyn w torach z przechyłką (na łukach) powierzchnię górną mostka doprowadzić do poziomu.
7.	Śruby dociskowe urządzenia mocującego dokręcić lekko i	brak	brak	Należy zwracać uwagę, aby przy mocowaniu połówek form

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	równomiernie z obu stron formy dociskając ku górze obydwie obejmmy formy. Sprawdzić symetryczność ustawienia formy względem końców szyn.			nie nastąpiło ich przesunięcie.
8.	Oślonić luz spawalniczy i powierzchnię toczną końców szyn przekładką tekturową.	brak	Przekładka tekturowa	brak
9.	Przestrzeń pomiędzy połówkami formy a szyną oraz obejmami form starannie uszczelnić dobrze wyrobioną masą formierską o odpowiedniej konsystencji. Masa powinna być przygotowana minimum 3 godziny przed użyciem. Można stosować piasek uszczelniający oferowany w sprzedaży przez Producenta.	Szpachelka wąska	Masa formierska (Skład masy: 3 - 4 części piasku, 1 część glinki kaolinowej mielonej, 7÷8% wody /wagowo/)	Sprawdzenie wilgotności masy formierskiej należy wykonać przez ściśnięcie próbki z niej zrobionej, która powinna zachować nadany kształt. Masa formierska nie powinna być zbyt wilgotna tzn. nie może pozostawiać wilgotnych śladów na dłoni.
10.	Pojemnik na żużel wysuszyć i założyć na formę pod kanał spustowy żużla oraz uszczelnić masą formierską styk pojemnika z kanałem spustowym.	Pojemnik na żużel	Masa formierska	Miedzy formą a szyną nie mogą pozostać szczeliny.
11.	Sprawdzić prawidłowość uszczelnienia masą uszczelniającą.	brak	brak	brak
12.	Usunąć poprzez przedmuchanie tlenem zanieczyszczenia (masa	Rękojeść palnika do podgrzewania,	Tlen	Należy krótko i intensywnie przedmuchać formę

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	uszczelniająca, piasek itp.) znajdujące się wewnątrz formy.	węże		przez otwory na nadlewy technologiczne.

3. Napełnienie i ustawienie tygla (DOTYCZY TYLKO TYGLA WIELOKROTNEGO UŻYCIA)!

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Sprawdzić stan tygla, a przede wszystkim stan wykładziny tygla. Stosowana wykładzina i pancerz muszą znajdować się w dobrym stanie – bez pęknięć i nadmiernego zużycia.	Uchwyt tygla ze stojakiem, tygiel	brak	Po spawaniu wewnątrz tygla należy każdorazowo oczyścić, a codziennie przed wykonaniem pierwszej spoiny wysuszyć palnikiem, podgrzewając go „miękkim” płomieniem od strony wewnętrznej do uzyskania na zewnątrz pancerza temperatury około 100°C.
2.	Przy użyciu tygla z magnezytową wykładziną zachodzi potrzeba dokładnego usuwania żużla z powodu narastania zbyt grubej jego warstwy.	Łom, młotek, szczotka stalowa	brak	Przy stosowaniu porcji termitowych do spawania szyn o wyższej wytrzymałości należy żużel każdorazowo usunąć ze ścian wykładziny tygla.
3.	Usunąć zużytą tulejkę spustową z tygla przy użyciu wybijaka.	Wybijak do tulejek samo-spustowych	brak	Przy wymianie tulejki spustowej należy otwór wykładziny tygla dokładnie i ostrożnie wyczyścić.

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
4.	Dokonać starannego zamknięcia otworu spustowego tygla i wyciągnąć pręt ustalający. W tym celu należy: 1) w rurkę ochronną z wkładką magnetyczną tulejki samospustowej włożyć pręt ustalający i wprowadzić tulejkę do otworu wykładziny tygla, 2) docisnąć pręt i przez lekkie uderzenie pręta dłonią dobrze osadzić tulejkę samo-spustową w otworze tygla, 3) proszek uszczelniający z opakowania umieścić równomiernie wokół rurki ochronnej.	Pręt ustalający tulejkę samo-spustową	Proszek uszczelniający tulejkę	Tulejka samospustowa i proszek uszczelniający znajdują się w opakowaniach. Pierścień pręta ustalającego chroni przed dostaniem się proszku do tulejki.
5.	Napełnić ostrożnie tygiel porcją termitu i uformować stożek.	brak	Porcja termitu	Przygotować zapal błyskawiczny.
6.	Tygiel osłonić pokrywą tygla i ochronić przed wilgocią.	Parasol ochronny	brak	brak
7.	Napełniony tygiel z uchwytem ustawić na stojaku uniwersalnym na właściwej wysokości i próbnie przesunąć na środek formy.	brak	brak	Dolna krawędź tygla nad górną krawędzią formy 20÷25 mm.
8.	Tygiel należy ostrożnie odsunąć w położenie umożliwiające obserwację i podgrzewanie końców szyn.	brak	brak	brak
9.	Przed dokonaniem spustu zabezpieczyć główki i stopki	Oslony blaszane	Suchy piasek	brak

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	szyn z obu stron formy osłonami blaszanymi.			

4. Tygiel jednorazowy

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Tygiel jednorazowy ustawia się centralnie, bezpośrednio na zamontowanych formach, po zakończeniu podgrzewania.	brak	Tygiel jednorazowy	Tygiel metalowy

5. Podgrzewanie końców szyn

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Przed zapaleniem płomienia, w palniku podgrzewającym należy najpierw otworzyć zawór tlenu, a po około 3 s zawór propanu. Płomień palnika zapalać przy zmniejszonym ciśnieniu gazów.	Palnik z przewodami	Tlen, propan	Ciśnienie propanu i tlenu w czasie podgrzewania musi być kontrolowane na manometrach. Płomień palnika nie powinien mieć nadmiaru tlenu.
2.	Po zapaleniu płomienia, należy wyregulować ciśnienie robocze gazów (Załącznik 1 Tabela nr 1).	brak	brak	Płomień wyregulować by jego jądro miało 15 do 20 mm.
3.	Po krótkim osuszeniu płomieniem pojemnika na żużel, palnik z uchwytem ustawić centrycznie nad formą w urządzeniu mocującym i lekko dokręcić śrubę ustalającą.	brak	brak	Odległość dyszy palnika od powierzchni tocznej główki szyny powinna wynosić 40÷45 mm (Załącznik 1 Tabela nr 1).
4.	Sprawdzać czy płomień podgrzewający jest prawidłowo wyregulowany	brak	brak	Prawidłowo wyregulowany płomień pali się spokojnie

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	i czy przekroje szyn są równomiernie podgrzewane.			(bez zaburzeń wewnątrz formy, a jego końce powinny być na równej wysokości i wychodzić na około 35 cm ponad otwory nadlewowe).
5.	Kontrolować temperaturę nagrzania końców szyn. Podgrzewanie zakończyć wtedy, gdy powierzchnie przekroju obu końców szyn osiągną temperaturę 1000°C (żółty kolor żarzenia) w określonym czasie. Czas podgrzewania szyn są podane w Załączniku 1 Tabela nr 1. W czasie podgrzewania należy osuszyć mostek.	brak	brak	Temperaturę nagrzewania sprawdzić za pomocą pirometru lub wzrokowo oceniając kolor żarzenia.
6.	Po zakończeniu podgrzewania i zdjęciu palnika, za pomocą szczypiec należy umieścić suchy mostek w górnej części formy i docisnąć go drążkiem drewnianym (np. trzonkiem młotka lub przecinaka).	Kleszcze kowalskie, młotek	brak	brak

6. Spawanie (reakcja i spust)

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Ustawić napelniony tygiel nad formą (tygiel jednorazowy – na formie) tak, aby jego wylot znalazł się w osi pionowej formy – przecięcie dwóch płaszczyzn symetrii (nad środkiem mostka).	brak	brak	Przed zapaleniem termitu należy jeszcze raz sprawdzić uszczelnienie formy.
2.	Porcję termitową w tyglu należy zapalić zapalącem błyskawicznym.	brak	Zapał błyskawiczny	Zapał zapalić od palnika i włożyć w środek mieszanki termitowej.
3.	Przy stosowaniu tulejki samospustowej spust płynnego stopiwa z tygla do formy następuje samoczynnie.	brak	brak	Przebieg reakcji spawacz powinien obserwować przez okulary ochronne z filtrami barwnymi według [6]
4.	Po zakończeniu spustu należy tygiel usunąć.	Widły lub łopata – przy usuwaniu tygla jednorazowego, pojemnik na odpady	brak	Tygiel wielokrotnego użytku należy chronić przed wilgocią, szczególnie w przypadku dalszego stosowania go w danym dniu.
5.	Odjąć pojemnik na żużel i odłożyć na suche, niepalne podłoże, w odległości bezpiecznej od miejsca spawania.	Pojemnik na żużel	brak	Po ostygnięciu żużla opróżnić pojemnik. Z uwagi na możliwość wystąpienia eksplozji, żużla nie wolno wysypywać na wilgotne podłoże.

Zdjęcie formy i obróbka złącza

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Po zakończeniu spustu należy odczekać minimum 3,5 minuty w celu zakrzepnięcia metalu. Następnie zdjąć ostrożnie obejmy z formy i usunąć górną część formy ponad główką szyny.	Łom, młot, łopata, szczotka stalowa, brzeszczoty	brak	brak
2.	Nadlewy spoiny na główce szyny oczyścić z resztek piasku i żużla.	Szczotka stalowa	brak	brak
3.	Nadlewy z obszaru główki szyny usunąć za pomocą hydraulicznej obcinarki po minimum 5 minutach. Dopuszcza się tylko odgięcie pionowych nadlewów wychodzących od stopki szyny o kąt do 45° celem założenia obcinarki.	Obcinarka hydrauliczna do obcinania nadlewu, przecinak kowalski, młot 3 kg, szczotka stalowa, łom	brak	Podczas obróbki spoiny uważać, aby nie spowodować wbicia resztek formy w gorący metal.
4.	Przeprowadzić szlifowanie zgrubne.	Szlifierka	brak	Unikać karbów i nierówności. Pozostawić nadlew 0,5÷1 mm.
5.	Pionowe nadlewy na stopce szyny pozostawić do ostygnięcia. Po ostygnięciu odłamać uderzając młotkiem w kierunku główki szyny.	Młot, blacha – śmietniczka	brak	Po obróbce zgrubnej na gorąco złącze spawane musi być chronione przed szybkim chłodzeniem (przed deszczem i wiatrem). Jest to szczególnie ważne dla szyn o podwyższonej wytrzymałości.
6.	Po ostygnięciu spoiny	Młotek, łom	brak	brak

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	do temperatury otoczenia wyjąć kliny ustalające i przytwierdzić szynę.			
7.	Pozostałe resztki formy i stopiwa ostrożnie usunąć ze spoiny przy użyciu tępego przecinaka.	Przecinak, młotek, szczotka stalowa ręczna i mechaniczna	brak	Niedopuszczalne jest tworzenie karbów.
8.	Dokładnie oszlifować powierzchnię toczną i powierzchnie boczne główki złącza szynowego.	Szlifierka, liniał pomiarowy o długości 1 m, szczelinomierz	brak	Podczas szlifowania używać okularów ochronnych.
9.	Sprawdzić prostoliniowość złącza.	Liniał pomiarowy o długości 1 m, szczelinomierz	brak	Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości przyjąć zgodnie z warunkami kontroli wykonania i odbioru złączy spawanych termitem.
10.	Na zewnętrznej powierzchni bocznej główki w odległości około 200 mm od osi spoiny wybić trwale i czytelnie numeratorem znak spawacza oraz miesiąc dwucyfrowo i dwie ostatnie cyfry roku wykonania spoiny (np. S xxx xx xx)	Szczotka druciana, numerator, młotek	brak	Przed oznakowaniem spoiny oczyścić miejsce znakowania.

Załącznik 1 Tabela 1 Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoWoS Grupy Goldschmidt Thermit firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu (typu) szyny

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Cisnienie tlenu MPa [atm]	Cieśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas odcięcia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	49 90 SoW-E	55.502	24÷26	2,4÷2,8	6÷7	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,0
60E1	R260	880	260÷300	60 90 SoW-E	55.502	24÷26	2,4÷2,8	7÷8	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,0
49E1	R260	880	260÷300	49 90 SoW-E	65.504	24÷26	2,4÷2,8	6÷7	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷45	3,5	5,0
60E1	R260	880	260÷300	60 90 SoW-E	65.504	24÷26	2,4÷2,8	7÷8	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷45	3,5	5,0

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 24÷26 mm.
2. Palnik typu 55.502 (SkV) ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu 65.504 (SoWoS) ma prostokątną głowicę z 22 otworami.

**Załącznik 2 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P według technologii: Grupa
Delachaux – Firma PANDROL Niemcy**

1. Przygotowanie i ustawienie styku szyn do spawania

Lp.	Czynność	Narzędzia	Materiał	Uwagi
1.	Zluzować śruby stopowe lub usunąć przytwierdzenia sprężyste co najmniej na trzech kolejnych podkładach po obu stronach styku. Usunąć tłuczeń pod stykiem w ilości umożliwiającej niezakłóconą pracę.	Klucze, widły, drażek, podnośnik szynowy	brak	Luzowanie śrub stopowych i usuwanie przytwierdzeń sprężystych wykonuje się w celu wyregulowania i prawidłowego ustawienia końców szyn oraz zmniejszenia naprężeń w spoinie podczas jej stygnięcia.
2.	Pod stykiem ułożyć blachę w celu ochrony podsypki przed zanieczyszczeniami.	Blacha (śmietniczka)	brak	brak
3.	Przygotować końce szyn: oczyścić powierzchnie czołowe i boczne z rdzy, farby, smarów i brudów na szerokości formy tj. na około 100 mm po obu stronach styku oraz na główce szyny w strefie przykładania liniału.	Szczotka druciana, palnik, pilnik	Tlen, Propan (propan-butan mieszanina C)	brak
4.	Sprawdzić prostopadłość powierzchni czołowej do podłużnej osi szyny.	Kątownik, szczelinomierz	brak	Dopuszczalne odchylenia od płaszczyzny pionowej i poziomej

Lp.	Czynność	Narzędzia	Materiał	Uwagi
				prostopadłej do osi szyny zgodnie z § 19 ust. 16 Tabela 3 i 4.
5.	W przypadku nieprostopadłości lub uszkodzeń końców szyn (pęknięcia, rozwarstwienia, wykruszenia) obciąć je w odległości 50 mm od końca wady lub otworu.	Przenośna piła mechaniczna z uchwytem mocującym do szyny, stanowisko do cięcia tlenem, szablon do cięcia palnikiem	Tarcza ścierna, tlen, propan-butan	Szyny o zwiększonej wytrzymałości należy ciąć piłą według zaleceń zawartych w § 11.
6.	Usunąć zgorzelinę po cięciu szyn tlenem, a po cięciu piłą grad oraz ewentualne pozostałości nadlewu starej spoiny.	Szczotka druciana, przecinak, szlifierka ręczna, pilnik	Kamienie szlifierskie	brak
7.	Ustawić końce szyn do spawania tak, aby luz spawalniczy wynosił 24 ± 26 mm, a końce szyn na długości 1000 mm były wzniesione $2,6 \pm 3,6$ mm ($2\Delta f$) nad powierzchnią toczną.	Suwmiarka, liniał dł. 1 m, szablon i klin pomiarowy do ustawienia luzu i wzniosu, kliny metalowe do ustawiania wzniosu	brak	W przypadku cięcia szyn palnikiem, ustawienie końców sprawdzić dopiero po ich wystygnięciu.
8.	Sprawdzić ustawienie końców szyn w płaszczyźnie poziomej, pionowej, prostoliniowość krawędzi stopek oraz wielkość luzu spawalniczego.	Suwmiarka, liniał o dł. 1 m, kliny pomiarowe i szablon uniwersalny	brak	brak

Lp.	Czynność	Narzędzia	Materiał	Uwagi
9.	Ustawić i umocować na główce szyny stojak uniwersalny w odległości określonej szablonem.	Stojak uniwersalny, szablon uniwersalny		Szablon uniwersalny służy do ustalenia położenia stojaka, określenia wielkości luzu spawalniczego oraz odległości palnika od główki szyny i tygla od formy.
10.	Ustawić uchwyt z palnikiem w stojaku nad powierzchnią toczną główki szyny na wysokości 40^{+3} mm.	Palnik do podgrzewania, uchwyt palnika, szablon uniwersalny		jw.

2. Założenie i uszczelnienie formy

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Sprawdzić stan poszczególnych części formy zwracając uwagę na stan powierzchni przylegających do szyny. Kanały spustowe i otwory na nadlewy technologiczne muszą być oczyszczone.	Pilnik okrągły	Części formy	Do spawania w torach głównych należy używać form bez żadnych uszkodzeń. Formy z niewielkimi uszkodzeniami powierzchni przylegających do szyny można stosować do spawania torów bocznych. Należy jednak starannie poprawić

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
				uszkodzone powierzchnie masą formierską. Zawilgoconych form nie należy używać.
2.	Sprawdzić dopasowanie formy do szyny. W razie potrzeby dopasować przez lekkie dotarcie.	Pilnik	jw.	Należy uważać, aby połówki formy przy docieraniu zachowały położenie prostopadłe do szyny, a górna powierzchnia dotartego mostka leżała poziomo w formie.
3.	Pierwszą połówkę formy włożyć w obejmę, założyć od zewnątrz na szynę symetrycznie do osi luzu spawalniczego, a następnie lekko dokręcić śrubę dociskową ramienia urządzenia mocującego.	Obejma, urządzenie mocujące formę	Półówka formy	Położenie połówki formy powinno być dokładnie symetryczne względem końców szyn.
4.	Drugą połówkę formy z obejmą, ściśle dopasować od wewnątrz do połówki formy już założonej i lekko dokręcić drugą śrubę dociskową ramienia urządzenia mocującego.	Obejma, urządzenie mocujące formę	Półówka formy	Położenie połówki formy powinno być dokładnie symetryczne względem końców szyn.

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
5.	W jednej z połówek formy należy odłamać ściankę kanału spustowego w celu umożliwienia wypływu płynnego żużla.	Młotek lub szablon uniwersalny	brak	brak
6.	Sprawdzić dopasowanie mostka do form i połówek formy do szyn, a pod stopką skontrolować poprawność ich ustawienia.	Pilnik	brak	Przy spawaniu szyn w torach z przechylką (na łukach) powierzchnię górną mostka doprowadzić do poziomu.
7.	Śruby dociskowe urządzenia mocującego dokręcić lekko i równomiernie z obu stron formy, dociskając ku górze obydwie obejmy formy. Sprawdzić symetryczność ustawienia formy względem końców szyn.	brak	brak	Należy zwracać uwagę, aby przy mocowaniu połówek form nie nastąpiło ich przesunięcie.
8.	Oślonić luz spawalniczy i powierzchnię toczną końców szyn przekładką tekturową.	brak	Przekładka tekturowa	brak
9.	Przestrzeń pomiędzy połówkami formy a szyną oraz obejmami form starannie uszczelnić masą (tzw. glinką), masą uszczelniającą (pastą) lub dobrze wyrobioną masą formierską wykonaną na budowie o odpowiedniej konsystencji. Masa powinna być przygotowana minimum 3 godziny przed użyciem. Można stosować piasek uszczelniający oferowany w sprzedaży przez Producenta.	Szpachelka wąska	Masa formierska (Skład masy: 3÷4 części piasku, 1 część glinki kaolinowej mielonej, 7÷8% wody /wagowo/).	Sprawdzenie wilgotności masy formierskiej należy wykonać przez ściśnięcie próbki z niej zrobionej, która powinna zachować nadany kształt. Masa formierska nie powinna być zbyt wilgotna tzn. nie może

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
				pozostawiać wilgotnych śladów na dłoni.
10.	Pojemnik na żużel wysuszyć i założyć na formę pod kanał spustowy żużla oraz uszczelnić masą formierską styk pojemnika z kanałem spustowym.	Pojemnik na żużel	Masa formierska	Między formą a szyną nie mogą pozostać szczeliny.
11.	Sprawdzić prawidłowość uszczelnienia masą uszczelniającą.	brak	brak	brak
12.	Usunąć poprzez przedmuchanie tlenem zanieczyszczenia (masa uszczelniająca, piasek itp.) znajdujące się wewnątrz formy.	Rękojeść palnika do podgrzewania, węże	Tlen	Należy krótko i intensywnie przedmuchać formę przez otwory na nadlewy technologiczne.

3. Tygiel jednorazowy

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Tygiel jednorazowy ustawia się centralnie, bezpośrednio na zamontowanych formach, po zakończeniu podgrzewania.	brak	Tygiel jednorazowy	brak

4. Napełnienie (dotyczy tygla wielokrotnego użycia) i ustawienie tygla

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Sprawdzić stan tygla, a przede wszystkim stan wykładziny tygla. Stosowana wykładzina i pancerz muszą znajdować się w dobrym stanie – bez pęknięć i nadmiernego zużycia.	Uchwyt tygla ze stojakiem, tygiel	brak	Po spawaniu wewnątrz tygla należy każdorazowo oczyścić, a codziennie przed wykonaniem pierwszej spoiny wysuszyć palnikiem, podgrzewając go „miękkim” płomieniem od strony wewnętrznej do uzyskania

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
				na zewnątrz pancerza temperatury około 100°C.
2.	Przy użyciu tygla z magnezytową wykładziną zachodzi potrzeba dokładnego usuwania żużla z powodu narastania zbyt grubej jego warstwy.	Łom, młotek, szczotka stalowa	brak	Przy stosowaniu porcji termitowych do spawania szyn o wyższej wytrzymałości należy żużel każdorazowo usunąć ze ścian wykładziny tygla.
3.	Usunąć zużytą tulejkę spustową z tygla przy użyciu wybijaka.	Wybijak do tulejek samo-spustowych	brak	Przy wymianie tulejki spustowej należy otwór wykładziny tygla dokładnie i ostrożnie wyczyścić.
4.	Dokonać starannego zamknięcia otworu spustowego tygla i wyciągnąć pręt ustalający W tym celu należy: 1) w rurkę ochronną z wkładką magnetyczną tulejki samospustowej włożyć pręt ustalający i wprowadzić tulejkę do otworu wykładziny tygla, 2) docisnąć pręt i przez lekkie uderzenie pręta dłonią dobrze osadzić tulejkę samospustową w otworze tygla, 3) proszek uszczelniający z opakowania umieścić równomiernie wokół rurki ochronnej.	Pręt ustalający tulejkę samo-spustową	Proszek uszczelniający tulejkę	Tulejka samospustowa i proszek uszczelniający znajdują się w opakowaniach. Pierścień pręta ustalającego chroni przed dostaniem się proszku do tulejki.

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
5.	Napełnić ostrożnie tygiel porcją termitu i uformować stożek.	brak	Porcja termitu (według Załącznika 2 Tabela nr 1)	Przygotować zapal błyskawiczny.
6.	Tygiel osłonić pokrywą tygla i ochronić przed wilgocią.	Parasol ochronny	brak	brak
7.	Napełniony tygiel z uchwytyami ustawić na stojaku uniwersalnym na właściwej wysokości i próbnie przesunąć na środek formy.	brak	brak	Dolna krawędź tygla nad górną krawędzią formy 20÷25 mm.
8.	Tygiel należy ostrożnie odsunąć w położenie umożliwiające obserwację i podgrzewanie końców szyn.	brak	brak	brak
9.	Przed dokonaniem spustu zabezpieczyć główki i stopki szyn z obu stron formy osłonami blaszanymi.	Oslony blaszane	Suchy piasek	brak

5. Podgrzewanie końców szyn

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Przed zapaleniem płomienia, w palniku podgrzewającym należy najpierw otworzyć zawór tlenu, a po około 3 s zawór propanu. Płomień palnika zapalać przy zmniejszonym ciśnieniu gazów.	Palnik z przewodami	Tlen, propan	Ciśnienie propanu i tlenu w czasie podgrzewania musi być kontrolowane na manometrach. Płomień palnika nie powinien mieć nadmiaru tlenu.
2.	Po zapaleniu płomienia, należy wyregulować ciśnienie robocze gazów.	brak	brak	Płomień wyregulować by jego jądro miało 15 do 20 mm.
3.	Po krótkim osuszeniu płomieniem pojemnika na żużel, palnik z uchwytem ustawić centrycznie nad formą w urządzeniu mocującym i lekko dokręcić śrubę ustalającą.	brak	brak	Odległość dyszy palnika od powierzchni tocznej główki szyny powinna wynosić 40^{+3} mm (Załącznik 2 Tabela nr 1).
4.	Sprawdzać czy płomień podgrzewający jest prawidłowo wyregulowany i czy przekroje szyn są równomiernie podgrzewane.	brak	brak	Prawidłowo wyregulowany płomień pali się spokojnie (bez zaburzeń wewnątrz formy, a jego końce powinny być na równej wysokości i wychodzić na około 35 cm ponad otwory nadlewowe).
5.	Kontrolować temperaturę nagrzania końców szyn. Podgrzewanie zakończyć wtedy, gdy powierzchnie przekroju obu końców szyn osiągną temperaturę około 1000°C (żółty kolor żarzenia) w określonym	brak	brak	Temperaturę nagrzewania sprawdzić za pomocą pirometru lub wzrokowo oceniając kolor żarzenia.

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	czasie. Czas podgrzewania szyn są podane w Załącznik 2 Tabela nr 1. W czasie podgrzewania należy osuszyć mostek.			
6.	Po zakończeniu podgrzewania i zdjęciu palnika, za pomocą szczypiec należy umieścić suchy mostek w górnej części formy i docisnąć go drążkiem drewnianym (np. trzonkiem młotka lub przecinaka).	Kleszcze kowalskie, młotek	brak	brak

6. Spawanie (reakcja i spust)

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Ustawić napełniony tygiel nad formą (tygiel jednorazowy – na formie) tak, aby jego wylot znalazł się w osi pionowej formy – przecięcie dwóch płaszczyzn symetrii (nad środkiem mostka).	brak	v	Przed zapaleniem termitu należy jeszcze raz sprawdzić uszczelnienie formy.
2.	Porcję termitową w tyglu należy zapalić zapalą błyskawicznym.	brak	Zapał błyskawiczny	Zapał zapalić od palnika i włożyć w środek mieszanki termitowej.
3.	Przy stosowaniu tulejki samospustowej, spust płynnego stopiwa z tygla do formy następuje	brak	brak	Przebieg reakcji spawacz powinien obserwować przez okulary ochronne z filtrami barwnymi według [6]

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
	samoczynnie.			
4.	Po zakończeniu spustu należy tygiel usunąć.	Widły lub łopata – przy usuwaniu tygla jednorazowego	brak	Tygiel wielokrotnego użytku należy chronić przed wilgocią, szczególnie w przypadku dalszego stosowania go w danym dniu.
5.	Odjąć pojemnik na żużel i odłożyć na suche, niepalne podłoże, w odległości bezpiecznej od miejsca spawania.	Pojemnik na żużel	brak	Po ostygnięciu żużla opróżnić pojemnik. Z uwagi na możliwość wystąpienia eksplozji, żużla nie wolno wysypywać na wilgotne podłoże.

7. Zdjęcie formy i obróbka złącza

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
1.	Po zakończeniu spustu należy odczekać minimum 3,5 min w celu zakrzepnięcia metalu. Następnie zdjąć ostrożnie obejmy z formy i usunąć górną część formy ponad główką szyny.	Łom, młot, łopata, szczotka stalowa, brzeszczoty	brak	brak
2.	Nadlewy spoiny na główce szyny oczyścić z resztek piasku i żużla.	Szczotka stalowa	brak	brak
3.	Nadlewy z obszaru główki szyny usunąć za pomocą hydraulicznej obcinarki. Dopuszcza się tylko odgięcie pionowych nadlewów wychodzących od stopki szyny o kąt do 45° celem założenia obcinarki.	Obcinarka hydrauliczna do obcinania nadlewu, przecinak kowalski, młot 3 kg,	brak	Podczas obróbki spoiny uważać, aby nie spowodować wbicia resztek formy w gorący metal.

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
		szczotka stalowa, łom		
4.	Przeprowadzić szlifowanie zgrubne.	Szlifierka	brak	Unikać karbów i nierówności. Pozostawić nadlew $0,5 \pm 1$ mm.
5.	Pionowe nadlewy na stopce szyny pozostawić do ostygnięcia. Po ostygnięciu odłamać uderzając młotkiem w kierunku główki szyny.	Młot, blacha - śmietniczka	brak	Po obróbce zgrubnej na gorąco, złącze spawane musi być chronione przed szybkim chłodzeniem (przed deszczem i wiatrem). Jest to szczególnie ważne dla szyn o podwyższonej wytrzymałości.
6.	Po ostygnięciu spoiny do temperatury otoczenia wyjąć kliny ustalające i przytwierdzić szynę.	Młotek, łom	brak	brak
7.	Pozostałe resztki formy i stopiwa ostrożnie usunąć ze spoiny przy użyciu tępego przecinaka.	Przecinak, młotek, szczotka stalowa	brak	Niedopuszczalne jest tworzenie karbów.
8.	Dokładnie oszlifować powierzchnię toczną i powierzchnie boczne główki złącza szynowego.	Szlifierka, liniał pomiarowy o długości 1 m, szczelnomierz	brak	Podczas szlifowania używać okularów ochronnych.
9.	Sprawdzić prostoliniowość złącza.	Liniał pomiarowy o długości 1 m, szczelnomierz	brak	Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości przyjąć zgodnie z warunkami kontroli wykonania i odbioru złączy spawanych termitem.

Lp.	Czynność	Narzędzie	Materiał	Uwagi
10.	Na zewnętrznej powierzchni bocznej główki w odległości około 200 mm od osi spoiny wybić trwale i czytelnie numeratorem znak spawacza oraz miesiąc dwucyfrowo i dwie ostatnie cyfry roku wykonania spoiny (np. S909 07 19)	Szczotka drucziana, numerator, młotek	brak	Przed oznakowaniem spoiny oczyścić miejsce znakowania.

Załącznik 2 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SoWoS-P według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania $^{\circ}C$	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	49L R260	470003	24÷26	2,6÷3,6	6÷7	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0
60E1	R260	880	260÷300	60L R260	470003	24÷26	2,6÷3,6	7÷8	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0
49E1	R260	880	260÷300	49L R260	470002	24÷26	2,6÷3,6	5	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	3,5	5,0
60E1	R260	880	260÷300	60L R260	470002	24÷26	2,6÷3,6	6	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	3,5	5,0

UWAGI!

Palnik o nr - 470003 posiada 32 otwory

Palnik o nr - 470002 posiada 22 otwory

METODY GRUPY GOLDSCHMIDT THERMIT - FIRMY ELEKTRO – THERMIT

Załącznik 3 Spawanie szyn obrabianych cieplnie metodą SoWoS 120 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (**Załącznik 1**), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

Załącznik 3 Tabela 1

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$	Czas wstępnego podgrzewania	Temperatura wstępnego podgrzewania	Cięśnienie tlenu MPa [atm]	Cięśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjęcia obejm min	Czas odcięcia nadlewów
49E1	R350HT	1175	350÷390	49 120 SoW-E	55.502	24÷26	2,4÷2,8	6÷7	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,0
60E1	R350HT	1175	350÷390	60 120 SoW-E	55.502	24÷26	2,4÷2,8	7÷8	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,0
49E1	R350HT	1175	350÷390	49 120 SoW-E	65.504	24÷26	2,4÷2,8	6÷7	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷45	3,5	5,0
60E1	R350HT	1175	350÷390	60 120 SoW-E	65.504	24÷26	2,4÷2,8	7÷8	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷45	3,5	5,0

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 24÷26 mm.
2. Palnik typu 55.502 (SkV) ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu 65.504 (SoWoS) ma prostokątną głowicę z 22 otworami.

Załącznik 4 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (**Załącznik 1**), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Dobór materiałów zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.
3. Parametry technologiczne spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny zgodnie z Tabelą 2 niniejszego załącznika.
4. Występujące różnice:
 - 1) porcje termitu,
 - 2) formy spawalnicze,
 - 3) obejmmy form,
 - 4) konieczność zamontowania dwóch pojemników na żużel,
 - 5) szablon uniwersalny,
 - 6) tygiel o zwiększonej pojemności (w przypadku tygla wielokrotnego użycia),

Uwaga

W przypadku zastosowania obcinarki nadlewów spawalniczych nie przystosowanej do metody SoWoS-L75, należy usunąć górną część formy tuż przed przystąpieniem do czynności obcięcia nadlewów spawalniczych.

5. Materiały spawalnicze.

1) Porcja termitowa.

W metodzie SoWoS-L75 spawania szyn termitem porcja spawalnicza składa się z porcji podstawowej typowej dla danego profilu szyny i gatunku stali szynowej i metody spawania oraz porcji dodatkowej.

Materiały spawalnicze według poniższego zestawienia

Załącznik 4 Tabela 1

Metoda spawania SoWoS-L75		
Profil lub typ szyny	Oznaczenie podstawowej porcji termitowej	Oznaczenie dodatkowej porcji termitowej
49E1 (S49)	49/90/SoW-E	1112
60E1/60E2 (UIC60, S60)	60/90/SoW-E	1112

Oznaczenie porcji dodatkowej na opakowaniu:

1112
90
SoW 5-E

- oznaczenie porcji dodatkowej
- wytrzymałość Rm stali szynowej w kG/mm²
- metoda spawania
- wartość luzu (max)

2) Formy spawalnicze.

W metodzie SoW-L75 spawania szyn termitem stosowane są 3 częściowe formy spawalnicze dla profili szyn 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60) o szerokości dostosowanej do zwiększonego luzu spawalniczego o oznaczeniu SoW L75.

6. Dodatkowy osprzęt spawalniczy niezbędny do metody SoWoS-L75

- 1) rura przedłużająca na uchwyt tygła do stojaka uniwersalnego (w przypadku tygła wielokrotnego użytku),
- 2) pierścień (wyższy) mocowany za pomocą obejmy do standardowego lub zespolonego tygła z wykładziną typu WT2 (w przypadku tygła wielokrotnego użytku),
- 3) obejmy form (2 szt.) dostosowane do zwiększonych gabarytów zestawu (oznakowane SoW-5-L75)
- 4) pojemniki na żużel (2 szt.) o zwiększonej pojemności,

7. Zakres stosowania metody SoW-L75:

- 1) przy wymianie części rozjazdowych,
- 2) przy naprawie pękniętych szyn (w granicach luzu 75 mm),
- 3) przy wycięciu wadliwych spoin (w granicach luzu 75 mm).

Załącznik 4 Tabela 2 Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoWoS L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 65÷75 mm.
2. Palnik typu 55.502 (SkV) ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu 65.504 (SoWoS) ma prostokątną głowicę z 22 otworami.
4. Porcja podstawowa jak dla SoWoS oraz porcja dodatkowa wymieniona powyżej w Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

Szyna				Oznaczenie porcji dodatkowej	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania	Temperatura wstępnego podgrzewania	Cięśnienie tlenu MPa [atm]	Cięśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjecia obejm (czas obciążenia główki formu)	Czas odciąża nadlewów
49E1	R260	880	260÷300	1112 90 SoW 5-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	6	-	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5
60E1	R260	880	260÷300	1112 90 SoW 5-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	6	-	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5
49E1	R260	880	260÷300	1112 90 SoW 5-E-L75	65.504	65÷75	4,0÷4,8	6	-	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5
60E1	R260	880	260÷300	1112 90 SoW 5-E-L75	65.504	65÷75	4,0÷4,8	6	-	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5

Załącznik 5 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoWoS 120 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoWoS 120 L75 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy.
3. Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

Załącznik 5 Tabela 1

Szyna				Oznaczenie porcji dodatkowej	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R _m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy Δf	Czas wstępnego podgrzewania	Temperatura wstępnego	Ciepłota tlenu MPa [atm]	Ciepłota propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad	Czas zdjęcia obejm (czas obciążenia)	Czas odciążenia nadlewów min
49E1	R350HT	1175	350÷390	1112 120 SoW 5-E-L75	55.502	65-75	4,0÷4,8	6	-	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5
60E1	R350HT	1175	350÷390	1112 120 SoW 5-E-L75	55.502	65-75	4,0÷4,8	6	-	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5
49E1	R350HT	1175	350÷390	1112 120 SoW 5-E-L75	65.504	65-75	4,0÷4,8	6	-	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5
60E1	R350HT	1175	350÷390	1112 120 SoW 5-E-L75	65.504	65-75	4,0÷4,8	6	-	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40÷65	7,0 (12,0)	14,5

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 65÷75 mm.
2. Palnik typu 55.502 (SkV) ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu 65.504 (SoWoS) ma prostokątną głowicę z 22 otworami.
4. Porcja podstawowa jak dla SoWoS 120 oraz porcja dodatkowa wymieniona powyżej w Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

Załącznik 6 Spawanie szyn termitem, metodą SoW-5 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (**Załącznik 1**), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoW-5 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy.
3. Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

Załącznik 6 Tabela 1

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R _m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy 2Δf mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas odcięcia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	49 90 SoW-5-E	55.502	28÷30	2,0÷3,0	5,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,5
60E1	R260	880	260÷300	60 90 SoW-5-E	55.502	28÷30	2,0÷3,0	6,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,5
49E1	R260	880	260÷300	49 90 SoW-5-E	SMARTWELD JET	28-30	2,0÷3,0	Program – P3	-	SWJ ²	40	3,5÷4,0	5,0÷6,0
60E1	R260	880	260÷300	60 90 SoW-5-E	SMARTWELD JET	28-30	2,0÷3,0	Program – P1	-	SWJ ²	40	3,5÷4,0	5,0÷6,0

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 28÷30 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu SMARTWELD JET¹.
4. Podane informacje nie zastępują konieczności zapoznania się z Instrukcją Obsługi Palnika SMARTWELD JET.
5. Stosować z reduktorem SMARTWELD JET – ciśnienie regulowane jest automatycznie.

Załącznik 7 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoW-5 120 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.
3. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.
4. Występujące różnice: porcje termitu.

Załącznik 7 Tabela 1

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R _m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy 2Δf mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas odcięcia nadlewów min
49E1	R350HT	1175	350÷390	49 120 SoW-5-E	55.502	28÷30	2,0÷3,0	5,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,5
60E1	R350HT	1175	350÷390	60 120 SoW-5-E	55.502	28÷30	2,0÷3,0	6,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷45	3,5	5,5
49E1	R350HT	1175	350÷390	49 120 SoW-5-E	SMARTW ELD JET	28÷30	2,4÷3,6	Program – P3	-	SWJ ²	40	3,5÷4,0	5,5÷6,0
60E1	R350HT	1175	350÷390	60 120 SoW-5-E	SMARTW ELD JET	28÷30	2,4÷3,6	Program – P1	-	SWJ ²	40	3,5÷4,0	5,5÷6,0

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 28÷30 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu SMARTWELD JET.
4. Podane informacje nie zastępują konieczności zapoznania się z Instrukcją Obsługi Palnika SMARTWELD JET.
5. Stosować z reduktorem SMARTWELD JET – ciśnienie regulowane jest automatycznie.

Załącznik 8 Spawanie szyn termitem, metodą SoW-5 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Dobór materiałów zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.
3. Parametry technologiczne spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny zgodnie z Tabelą 2 niniejszego załącznika.
4. Występujące różnice:
 - 1) porcje termitu,
 - 2) formy spawalnicze,
 - 3) obejmą form,
 - 4) konieczność zamontowania dwóch pojemników na żużel,
 - 5) szablon uniwersalny
 - 6) tygiel o zwiększonej pojemności (*w przypadku tygla wielokrotnego użycia*).

Uwaga

W przypadku zastosowania obcinarki nadlewów spawalniczych nie przystosowanej do metody SoW-5-L75, należy usunąć górną część formy tuż przed przystąpieniem do czynności obcięcia nadlewów spawalniczych.

5. Materiały spawalnicze.

1) Porcja termitowa.

W metodzie SoW-5-L75 spawania szyn termitem porcja spawalnicza składa się z porcji podstawowej typowej dla danego profilu szyny i gatunku stali szynowej i metody spawania oraz porcji dodatkowej.

Materiały spawalnicze wg poniższego zestawienia

Załącznik 8 Tabela 1

Metoda spawania SoW-5-L75		
Profil lub typ szyny	Oznaczenie podstawowej porcji termitowej	Oznaczenie dodatkowej porcji termitowej
49E1 (S49)	49/90/SoW-5-E	1112
60E1/60E1 (UIC60, S60)	60/90/SoW-5-E	1112

Oznaczenie porcji dodatkowej na opakowaniu:

1112	- oznaczenie porcji dodatkowej
90	- wytrzymałość Rm stali szynowej w kG/mm ²
SoW 5-E	- metoda spawania
	- wartość luzu (max)

2) Formy spawalnicze.

W metodzie SoW-5-L75 spawania szyn termitem stosowane są 3 częściowe formy spawalnicze dla profili szyn 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60, S60) o szerokości dostosowanej do zwiększonego luzu spawalniczego o oznaczeniu SoW-5-L75.

6. Dodatkowy osprzęt spawalniczy niezbędny do metody SoW-5 L75

- 1) Rura przedłużająca na uchwyt tygla do stojaka uniwersalnego (w przypadku tygla wielokrotnego użytku),
- 2) Pierścień (wyższy) mocowany za pomocą obejmy do standardowego lub zespolonego tygla z wykładziną typu WT2 (w przypadku tygla wielokrotnego użytku),
- 3) Obejmy form (2 szt.) dostosowane do zwiększonych gabarytów zestawu (oznaczone SoW-5-L75),
 - a. pojemniki na żużel (2 szt.) o zwiększonej pojemności.

7. Zakres stosowania metody SoW-5-L75:

- 1) przy wymianie części rozjazdowych,
- 2) przy naprawie pękniętych szyn (w granicach luzu 75 mm),
- 3) przy wycięciu wadliwych spoin (w granicach luzu 75 mm).

Załącznik 8 Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoW-5-L75 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny

Załącznik 8 Tabela 2

Szyna				Oznaczenie porcji dodatkowej	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyn mm	Czas zdjęcia obejm (czas obciążenia główki formy)	Czas odciążenia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	1112 90 SoW-5-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	5,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14÷14,5
60E1	R260	880	260÷300	1112 90 SoW-5-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	6,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14÷14,5

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 65÷75 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Porcja podstawowa jak dla SoW-5 oraz porcja dodatkowa wymieniona powyżej zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.

Załącznik 9 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoW-5 120 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SoW-5 120 L75 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy.
3. Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

Załącznik 9 Tabela 1

Szyna				Oznaczenie porcji dodatkowej	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyn mm	Czas zdjęcia obejm (czas obciążenia główki formy) min	Czas odciążenia nadlewów min
49E1	R350HT	1175	350÷390	1112 120 SoW-5-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	5,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14÷14, 5
60E1	R350HT	1175	350÷390	1112 120 SoW-5-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	6,0±0,5	0,40 [4,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (12,0)	14÷14, 5

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 65÷75 mm.
2. Palnik typu 55.502 (SkV) ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Porcja podstawowa jak dla SoW-5 120 oraz porcja dodatkowa wymieniona powyżej w Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

Załącznik 10 Spawanie szyn termitem metodą SkV Elite Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Parametry techniczne spawania szyn termitem metodą SkV Elite zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.
3. Występujące różnice: porcje termitu i formy.

Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SkV Elite firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG.

Załącznik 10 Tabela 1 Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R _m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy 2Δf mm	Czas wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu	Wysokość palnika nad szyną	Czas zdjęcia obejm min	Czas odcięcia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	49 90 SkV Elite-E	55.502	28÷30	2,4÷3,6	1,5±0,5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	30÷35	3,5	5,5÷6,5
60E1	R260	880	260÷300	60 90 SkV Elite-E	55.502	28÷30	2,4÷3,6	2,0±5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	30÷35	3,5	5,5÷6,5
49E1	R260	880	260÷300	49 90 SkV Elite-E	SMARTWEL JET	28÷30	2,4÷3,6	Program - P3	-	SWJ ²	34÷36	3,5÷4,0	5,0÷6,0
60E1	R260	880	260÷300	60 90 SkV Elite-E	SMARTWEL JET	28÷30	2,4÷3,6	Program - P1	-	SWJ ²	34÷36	3,5÷4,0	6,0÷7,0

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 28÷30 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu – SMARTWELD JET.
4. Podane informacje nie zastępują konieczności zapoznania się z Instrukcją Obsługi Palnika SMARTWELD JET.
5. Stosować z reduktorem SMARTWELD JET – ciśnienie regulowane jest automatycznie.

Załącznik 11 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV Elite 120 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą SkV Elite 120 zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.
3. Występujące różnice: porcje termitu i formy.

Załącznik 11 Tabela 1 Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SkV Elite 120 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG.

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R _m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy Δf	Czas wstępnego podgrzewania min	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu	Wysokość palnika nad	Czas zdjęcia obejm min	Czas odcięcia nadlewów
49E1	R350HT	1175	350÷390	49 120 SkV Elite-E	55.502	28÷30	2,4÷3,6	1,5±5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	30÷35	3,5	5,5÷6,5
60E1	R350HT	1175	350÷390	60 120 SkV Elite-E	55.502	28÷30	2,4÷3,6	2,0±5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	30÷35	3,5	5,5÷6,5
49E1	R350HT	1175	350÷390	49 120 SkV Elite-E	SMARTWELD JET	28÷30	2,4÷3,6	Program - P3	-	SWJ ²	30÷35	3,5÷4,0	5,0÷6,0
60E1	R350HT	1175	350÷390	60 120 SkV Elite-E	SMARTWELD JET	28÷30	2,4÷3,6	Program – P1	-	SWJ ²	30÷35	3,5÷4,0	6,0÷7,0

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 28÷30 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Palnik typu SMARTWELD JET.
4. Podane informacje nie zastępują konieczności zapoznania się z Instrukcją Obsługi Palnika SMARTWELD JET.
5. Stosować z reduktorem SMARTWELD JET – ciśnienie regulowane jest automatycznie.

Załącznik 12 Spawanie szyn termitem metodą SkV Elite L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (**Załącznik 1**), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Dobór materiałów zgodnie z Tabelą 1 niniejszego Załącznika.
3. Parametry technologiczne spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny zgodnie z Tabelą 2 niniejszego Załącznika.
4. Występujące różnice:
 - 1) porcje termitu,
 - 2) formy spawalnicze,
 - 3) obejmujemy form,
 - 4) konieczność zamontowania dwóch pojemników na żużel,
 - 5) szablon uniwersalny
 - 6) tygiel o zwiększonej pojemności (w przypadku tygla wielokrotnego użycia).

Uwaga

W przypadku zastosowania obcinarki nadlewów spawalniczych nie przystosowanej do metody **SkV Elite L75**, należy usunąć górną część formy tuż przed przystąpieniem do czynności obcięcia nadlewów spawalniczych.

5. Materiały spawalnicze

- 1) Porcja termitowa

W metodzie **SkV Elite L75** spawania szyn termitem porcja spawalnicza składa się z porcji podstawowej typowej dla danego profilu szyny i gatunku stali szynowej oraz metody spawania i porcji dodatkowej.

Materiały spawalnicze według poniższego zestawienia

Załącznik 12 Tabela 1

Metoda spawania SkV Elite L75		
Profil lub typ szyny	Oznaczenie podstawowej porcji termitowej	Oznaczenie dodatkowej porcji termitowej
49E1 (S49)	49/90/SkV Elite-E	712
60E1/60E2 (UIC60, S60)	60/90/SkV Elite-E	712

Oznaczenie porcji dodatkowej na opakowaniu:

712	–	oznaczenie porcji dodatkowej
90	–	wytrzymałość Rm stali szynowej
SkV Elite – E	–	w kG/mm ²
	–	metoda spawania
– wartość luzu (max)		

2) Formy spawalnicze.

W metodzie SkV Elite L-75 spawania szyn termitem stosowane są 3 częściowe formy spawalnicze dla profili szyn 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60) o szerokości dostosowanej do zwiększonego luzu spawalniczego o oznaczeniu SkV Elite L-75.

7. Dodatkowy osprzęt spawalniczy niezbędny do metody SkV Elite L75

- 1) Rura przedłużająca na uchwyt tygła do stojaka uniwersalnego (*w przypadku tygła wielokrotnego użytku*),
- 2) pierścień (wyższy) mocowany za pomocą obejmy do standardowego lub zespolonego tygła z wykładziną typu WT2 (*w przypadku tygła wielokrotnego użytku*),
- 3) obejmy form (2 szt.) dostosowane do zwiększonych gabarytów zestawu (oznakowane SkV Elite L75),
- 4) pojemniki na żużel (2 szt.) o zwiększonej pojemności.

8. Zakres stosowania metody SkV Elite L75:

- 1) przy wymianie części rozjazdowych,
- 2) przy naprawie pękniętych szyn (w granicach luzu 75 mm),
- 3) przy wycięciu wadliwych spoin (w granicach luzu 75 mm).

Załącznik 12 Tabela 2 Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SkV Elite L75 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy.

Szyna				Oznaczenie porcji dodatkowej	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R _m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy 2Δf mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Cięśnienie tlenu MPa [atm]	Cięśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm (czas obciążenia główki formy)	Czas odciążenia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	712 90 SkV Elite-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	1,5±0,5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (10,0)	11,5÷12,5
60E1	R260	880	260÷300	712 90 SkV Elite-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	2,0±0,5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (10,0)	11,5÷12,5

Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 65÷75 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Porcja podstawowa jak dla SkV Elite oraz porcja dodatkowa wymieniona powyżej w Tabeli 2 niniejszego Załącznika.

Załącznik 13 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV Elite 120 L75 Grupy Goldschmidt Thermit - firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy

1. Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS (Załącznik 1), przy zachowaniu zmian parametrów jak poniżej.
2. Parametry techniczne dla procesu spawania metodą SkV Elite 120 L75 firmy Elektro-Thermit GmbH Co. & KG, Niemcy.
3. Dobór materiałów, sprzętu i parametrów spawania w zależności od gatunku stali i profilu szyny.

Załącznik 13 Tabela 1

Szyna				Oznaczenie porcji dodatkowej	Typ palnika	Parametry spawania							
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm (czas obciążenia główki t_{formu})	Czas odciążenia nadlewów min
49E1	R350HT	1175	350÷390	712 120 SkV Elite-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	1,5±0,5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (10,0)	11,5÷12,5
60E1	R350HT	1175	350÷390	712 120 SkV Elite-E-L75	55.502	65÷75	4,0÷4,8	2,0±0,5	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40÷65	7,0 (10,0)	11,5÷12,5

UWAGI:

1. Luz spawalniczy 65÷75 mm.
2. Palnik typu 55.502 ma prostokątną głowicę z 32 otworami.
3. Porcja podstawowa jak dla SkV Elite 120 oraz porcja dodatkowa wymieniona powyżej w Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

METODY GRUPY DELACHAUX – Firma PANDROL GmbH Niemcy

Załącznik 14 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P L70 według technologii: Grupy Delachaux - firmy PANDROL Niemcy

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SoWoS-P L70**.

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice:

- 1) porcje termitu,
- 2) formy spawalnicze,
- 3) obejmmy form,
- 4) konieczność zamontowania dwóch pojemników na żużel,
- 5) szablon uniwersalny,
- 6) tygiel o zwiększonej pojemności (*w przypadku tygla wielokrotnego użycia*).

Załącznik 14 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SoWoS-P L70 według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	54W R260	470003 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	6÷7	---	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0
60E1	R260	880	260÷300	60W R260	470003 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	7÷8	---	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0
49E1	R260	880	260÷300	54W R260	470002 22 otwory	50÷70	5,0÷7,0	5	---	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	5,5	8,0
60E1	R260	880	260÷300	60W R260	470002 22 otwory	50÷70	5,0÷7,0	6	---	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	5,5	8,0

Załącznik 15 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SoWoS-P R350 według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL

Niemcy

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SoWoS-P R350**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS-P (**Załącznik 2**), przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice: porcje termitu.

Załącznik 15 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SoWoS-P R350 według technologii firmy PANDROL Niemcy.

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania	Temperatura wstępnego	Cisnienie tlenu MPa [atm]	Cisnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów
49E 1	R350H T	1175	350÷390	49L R350	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	6÷7	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0÷7,0
60E 1	R350H T	1175	350÷390	60L R350	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	7÷8	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0÷7,0
49E 1	R350H T	1175	350÷390	49L R350	47000 2 22 otwory	24÷26	2,6÷3,6	5	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	3,5	5,0÷7,0
60E 1	R350H T	1175	350÷390	60L R350	47000 2 22 otwory	24÷26	2,6÷3,6	6	1000	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	3,5	5,0÷7,0

**Załącznik 16 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P R350 L70 według technologii:
Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy**

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SoWoS-P R350 L70**.
Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie SoWoS-P (**Załącznik 2**),
przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.
2. Występujące różnice:
 - 1) porcje termitu,
 - 2) formy spawalnicze,
 - 3) obejmmy form,
 - 4) konieczność zamontowania dwóch pojemników na żużel,
 - 5) szablon uniwersalny,
 - 6) tygiel o zwiększonej pojemności (*w przypadku tygla wielokrotnego użycia*),

Załącznik 16 Tabela 1 Parametry spawania szyn obrabianych cieplnie, metodą SoWoS-P R350 L70 według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E 1	R350H T	1175	350÷390	54W R350	47000 3 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	6÷7	---	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0
60E 1	R350H T	1175	350÷390	60W R350	47000 3 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	7÷8	---	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0
49E 1	R350H T	1175	350÷390	54W R350	47000 2 22 otwory	50÷70	5,0÷7,0	5	---	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	5,5	8,0
60E 1	R350H T	1175	350÷390	60W R350	47000 2 22 otwory	50÷70	5,0÷7,0	6	---	0,45 [4,5]	0,10 [1,0]	40 ⁺³	5,5	8,0

Załącznik 17 Spawanie szyn termitem metodą SoWoS-P/P według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SoWoS-P/P**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice: porcje termitu.

Załącznik 17 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SoWoS-P/P według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania	Temperatura wstępnego podgrzewania °C	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjecia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E1/ 60E1	R260	880	260÷300	60S R260	470003 32 otwory	46÷50	3,0÷4,0	6÷7	---	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	4,0	6,0

Załącznik 18 Spawanie szyn termitem, metodą SoWoS-P/3P według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SoWoS-P/3P**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice: inne obejmą form.

Załącznik 18 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SoWoS-P/3P według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny mm	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E 1	R26 0	880	260÷30 0	49L R26 0	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	6÷7	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0
60E 1	R26 0	880	260÷30 0	60L R26 0	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	7÷8	1000	0,30 [3,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0

Załącznik 19 Spawanie szyn termitem, metodą SkV-S (SP) według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SkV-S (SP)**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice:

- 1) porcje termitu,
- 2) czas podgrzewania.

Załącznik 19 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem, metodą SkV-S (SP) według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjecia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E 1	R26 0	880	260÷30 0	49S R26 0	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	1,5÷2,0 ^{*)}	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺ 3	3,5	5,0÷7,0
60E 1	R26 0	880	260÷30 0	60S R26 0	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	1,5÷2,0 ^{*)}	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺ 3	3,5	5,0÷7,0

^{*)} w zależności od warunków atmosferycznych, decyduje spawacz

Załącznik 20 Spawanie szyn termitem, metodą SkV-S (SP) L70 Według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SkV-S (SP) L70**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice: porcje termitu.

Załącznik 20 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SkV-S (SP) L70 według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy.

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E1	R260	880	260÷300	54W R260	470003 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	1,5÷2,0 ^{*)}	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0
60E1	R260	880	260÷300	60W R260	470003 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	1,5÷2,0 ^{*)}	---	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0

^{*)} w zależności od warunków atmosferycznych, decyduje spawacz

Załącznik 21 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV-S (SP) R350 według technologii: Grupa Delachaux firma PANDROL Niemcy.

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SkV-S (SP) R350**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli poniżej.

2. Występujące różnice: porcje termitu.

Załącznik 21 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SkV-S (SP) R350 według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjęcia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E 1	R350H T	1175	350÷390	49S R35 0	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	1,5÷2,0 ^{*)}	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0÷7,0
60E 1	R350H T	1175	350÷390	60S R35 0	47000 3 32 otwory	24÷26	2,6÷3,6	1,5÷2,0 ^{*)}	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	3,5	5,0÷7,0

^{*)} w zależności od warunków atmosferycznych, decyduje spawacz

**Załącznik 22 Spawanie szyn obrabianych cieplnie, metodą SkV-S (SP) R350 L70 według technologii: Grupa Delachaux firma
PANDROL Niemcy**

1. Parametry technologiczne spawania szyn termitem metodą **SkV-S (SP) R350 L70**

Proces technologiczny jest taki sam jak przy metodzie **SoWoS-P (Załącznik 2)**, przy zachowaniu zmian parametrów jak w Tabeli 1 poniżej.

2. Występujące różnice: porcje termitu.

Załącznik 22 Tabela 1 Parametry spawania szyn termitem metodą SkV-S (SP) R350 L70 według technologii firmy PANDROL GmbH Niemcy

Szyna				Oznaczenie porcji	Typ palnika	Parametry spawania								
Profil lub typ	Gatunek stali	Wytrzymałość R_m min MPa	Twardość HB			Luz spawalniczy mm	Wznios spawalniczy $2\Delta f$ mm	Czas wstępnego podgrzewania min	Temperatura wstępnego podgrzewania	Ciśnienie tlenu MPa [atm]	Ciśnienie propanu MPa [atm]	Wysokość palnika nad główką szyny	Czas zdjecia obejm min	Czas obciążenia nadlewów min
49E 1	R350H T	1175	350÷390	54W R350	47000 3 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	1,5÷2,0 ¹⁾	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0
60E 1	R350H T	1175	350÷390	60W R350	47000 3 32 otwory	50÷70	5,0÷7,0	1,5÷2,0 ¹⁾	----	0,50 [5,0]	0,15 [1,5]	40 ⁺³	5,5	8,0

¹⁾ w zależności od warunków atmosferycznych, decyduje spawacz

METODY GRUPY DELACHAUX – Firma RAILTECH (PANDROL) Francja

Załącznik 23 Spawanie szyn termitem metodą PLA według technologii firmy RAILTECH (PANDROL), Francja

1. Wprowadzenie

Termitowe spawanie szyn metodą PLA - przy zastosowaniu skróconego wstępnego podgrzewania. W procesie tym używa się mieszanki termitowej, form suchych prefabrykowanych, uszczelnianych ręcznie masą uszczelniającą, tulejek samospustowych i tygla. Wszystkie materiały potrzebne do wykonania spoiny znajdują się w jednym opakowaniu.

W skład poszczególnych zestawów wchodzi:

- 1) Zestaw PLA-Lute-CS
 - a) dwie połówki formy, część podstopkowa formy oraz mostek, znajdujące się w osobnym pudełku zestawu,
 - b) odpowiednia porcja mieszanki termitowej w szczelnym plastikowym opakowaniu,
 - c) tulejka samospustowa.
- 2) Zestaw PLA-JS-CS
 - a) dwie połówki formy, część podstopkowa formy, taśma automatycznego uszczelnienia, znajdujące się w osobnym opakowaniu,
 - b) odpowiednia porcja mieszanki termitowej w szczelnym plastikowym opakowaniu,
 - c) tulejka samospustowa,
 - d) tuba z pastą do uszczelnienia uzupełniającego.
- 3) Zestaw PLA-JS-CJ
 - a) dwie połówki formy, część podstopkowa formy, mostek, taśma automatycznego uszczelnienia, znajdujące się w osobnym opakowaniu,
 - b) odpowiednia porcja mieszanki termitowej w szczelnym plastikowym opakowaniu,
 - c) tuba z pastą do uszczelnienia uzupełniającego.

Oznaczenie symboli przy poszczególnych zestawach

- 4) PLA-Lute-CS
 - a) PLA - proces spawalniczy (metoda),
 - b) Lute - pasta do uszczelnienia ręcznego w wiaderku 10 kg,
 - c) CS - tygiel zwykły do wielokrotnego użycia i tulejka samospustowa.
- 5) PLA-JS-CS
 - a) PLA - proces spawalniczy (metoda),

- b) JS - taśma do automatycznego uszczelnienia i tuba z pastą do uszczelnienia uzupełniającego,
 - c) CS - tygiel zwykły do wielokrotnego użycia i tulejka samospustowa.
- 6) PLA-JS-CJ
- a) PLA - proces spawalniczy (metoda),
 - b) JS - taśma do automatycznego uszczelnienia i tuba z pastą do uszczelnienia uzupełniającego,
 - c) CJ - tygiel jednorazowego użycia z tulejką samo-spustową.

Zestawy z tygłem jednorazowego użycia, oprócz powyżej opisanego oznaczenia literowego, są zamknięte za pomocą taśmy klejącej koloru niebieskiego.

2. Wykonanie spoiny.

- 1) Przygotowanie złącza do spawania obejmuje następujące czynności:
 - a) sprawdzenie geometrii i zużycia spawanych szyn,
 - b) demontaż przytwierdzeń szyn na długości umożliwiającej prawidłowe ustawienie złącza (zluzować śruby stopowe albo usunąć przytwierdzenia sprężyste co najmniej na trzech kolejnych podkładach po obu stronach styku),
 - c) oczyszczenie powierzchni czołowych i bocznych szyn z rdzy, farby, smarów i brudu na długości około 100 mm po obu końcach styku.
- 2) Przygotowanie końców szyn do spawania określają następujące parametry:
 - a) luz spawalniczy,
 - b) wznios,
 - c) prostoliniowość pozioma.

Dla ułatwienia ustawienia końców szyn zalecane jest stosowanie specjalnych stojaków regulacyjnych.

- 3) Wielkość luzu spawalniczego powinna wynosić 25 ± 2 mm. Luz mierzy się suwmiarką lub sprawdzianem w czterech punktach pomiarowych, tj. 2 na zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni tocznej główki szyny oraz 2 na zewnętrznej i wewnętrznej krawędzi stopki szyny. Luz spawalniczy nie może ulegać zmianie w trakcie wykonywania spoiny. W razie potrzeby należy używać hydraulicznego naprężacza do szyn.
- 4) Szyny przed spawaniem należy ustawić tak, aby ich końce na długości 1 m były wzniesione nad powierzchnią toczną Δf wg Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

Załącznik 23 Tabela 1 Wielkości parametrów przy spawaniu szyn

Profil szyny	Luz spawalniczy mm	Wznios Δf mm	Ciśnienie gazów MPa		Czas podgrzewania min	Odległość palnika RTS (prostokątny, 22 otwory) od główki szyny	Czas od spustu do zdjęcia ramek min	Czas od spustu do usunięcia nadlewów żużla min	Czas od spustu do obciążenia nadlewów min
			tlen	propan					
60E1	25±2	1,2÷1,4	0,15	0,04	4	50	2÷3	~5	~6
49E1									

- 5) Dobranie zestawu materiałów.

Etykieta na worku plastikowym porcji termitu oznakowana jest w następujący sposób:

UIC 60	PLA 25	typ szyny 60E1 (UIC 60)
		metoda (PLA)
		wielkość luzu spawalniczego (25 mm)
D 44	PLA 25 D	kategoria wagi porcji wg klasyfikacji Railtech (Pandrol) (D44)
		proces decydujący dla wagi porcji (PLA 25)
		kategoria twardości stali szyny (D)
25 NOV 93	VS 001	data produkcji (25 NOV 93)
		nr serii (VS 001)

- 6) Przed przystąpieniem do spawania zestaw należy sprawdzić, czy odpowiada gatunkowi stali i profilowi szyny przeznaczonej do spawania.

Szczegółowe przyporządkowanie rodzaju porcji termitowych do spawania szyn w zależności od ich typu i rodzaju oraz gatunku stali szynowej.

Załącznik 23 Tabela 2 Oznaczenia porcji termitowych w zależności od profilu (typu) szyn oraz rodzaju i gatunku stali szynowej

Rodzaje łączonych szyn	Gatunek stali	Profil (typ) szyny	Oznaczenie porcji termitowej
szyna surowa ↓↑ szyna surowa	St72P ↔ St72P St72P ↔ St90PA St72P ↔ 900A St72P ↔ R260 St90PA ↔ St90PA St90PA ↔ 900A St90PA ↔ R260 900A ↔ 900A 900A ↔ R260 R260 ↔ R260	60E1 (UIC60)	UIC60 PLA25 D44 PLA (CS) 25D
			UIC60 PLA25-JS D44 PLA (CS) 25D □
			UIC60 PLA25-JS-CJ D44 PLA (CJ) 25D
		49E1 (S49)	S49 PLA 25 D40 PLA (CS) 25D
			S49 PLA25-JS D40 PLA (CS) 25D
			S49 PLA25-JS-CJ D40 PLA (CJ) 25D
szyna obrabiana cieplnie ↓↑ szyna obrabiana cieplnie	St90PA ^{*)} ↔ St90PA ^{*)}	60E1 (UIC60)	UIC60 PLA25 D44 PLA (CS) 25 (350) HT
49E1 (S49)		S49 PLA 25 D40 PLA (CS) 25 (350) HT	
szyna surowa ↓↑ szyna obrabiana cieplnie	St90PA ↔ St90PA ^{*)} 900A ↔ St90PA ^{*)}	60E1 (UIC60)	UIC60 PLA25 D44 PLA (CS) 25 HT lub jedna z wersji dla gatunku D
		49E1 (S49)	S49 PLA25 D40 PLA (CS) 25 HT lub jedna z wersji dla gatunku D
*) dot. szyn obrabianych cieplnie w całej objętości produkowanych w Hucie Katowice w latach 1985-1993			

- 7) Formy muszą być założone w osi luzu spawalniczego. Sposób postępowania przy zakładaniu formy jest następujący:
- ustawić na szynie i wycentrować stojak, dokręcić pokrętło mocujące do szyny, założyć obejmy form na odpowiednie połówki formy, dźwignia dociskająca płytę podstopkową musi znajdować się w pozycji skierowanej do szyny,
 - umieścić połówkę formy na szynie, wstępnie ustawić i dokręcić śrubę motylkową ustawioną na uchwycie (centrować u góry i na dole w stosunku do osi luzu spawalniczego),

- c) dopasować drugą połowę formy tak, aby obie połowy nie były przesunięte względem siebie,
- d) dokończyć ustawienie i regulację (centrowanie) całości – dwóch połówek form. Odkręcić śrubę motylkową i zacisnąć śrubę dociskową tak, aby nie uszkodzić formy zbyt mocnym dociskiem,
- e) jeżeli tor położony jest w łuku należy oszlifować odpowiednio górną powierzchnię mostka w celu zapewnienia prostopadłości tej powierzchni do pionu,
- f) sprawdzić czy wykonane czynności nie spowodowały przedostania się zanieczyszczeń do wnętrza formy i w takim przypadku usunąć je przed założeniem podstopkowej części formy,
- g) włożyć część podstopkową w płytkę metalową i sprawdzić jej prawidłowe ułożenie (nie może się kołysać),
- h) włożyć płytkę dolną z częścią podstopkową formy w znajdujące się po obu stronach uchwyty, sprawdzić jej wycentrowanie w stosunku do formy, a następnie chwytając rękoma dźwignie dociskające, obrócić je jednocześnie w stronę od główki szyny,
- i) po założeniu płytki dolnej zaleca się przykryć górny otwór w formie kartonem.
- 8) Formy należy uszczelnić na całym obwodzie w miejscach ich przylegania do szyn oraz łączenia połówek formy. Po uszczelnieniu formy założyć pojemnik na żużel i masą uszczelniającą wypełnić szczelinę między pojemnikiem a formą.
- 9) Podgrzewanie wstępne ma za zadanie usunąć z form wilgoć oraz podwyższyć temperaturę szyn i form. W metodzie PLA bardzo ważna jest kontrola ciśnienia propanu (0,04 MPa) i tlenu (0,15 MPa) oraz czasu podgrzewania (4 min).

W celu prawidłowego nagrzania szyn należy:

- a) umocować palnik w uchwycie i wycentrować jego dyszę w środek formy (luzu spawalniczego), przy czym odległość między końcem dyszy palnika i główką szyny powinna wynosić 50 ± 3 mm,
- b) zdjąć palnik z uchwytu, zapalić płomień, stopniowo zwiększać ciśnienie gazu aż do całkowitego otwarcia obydwóch zaworów palnika – manometry na butlach muszą wówczas wskazywać wartości podane w Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

UWAGA:

W celu zapalenia palnika należy najpierw otworzyć zawór tlenu, a następnie propanu. Przy gaszeniu natomiast, najpierw należy zamknąć propan, a potem tlen. W razie cofnięcia się płomienia (gwizd) trzeba zamknąć błyskawicznie zawór propanu, a następnie tlenu.

- c) zapalony palnik należy ustawić na uchwycie i sprawdzić prawidłowość procesu podgrzewania, nie należy zatykać otworów wylotowych płomieni,
- d) w celu osuszenia mostka, położyć go obok jednego z otworów górną powierzchnią przy

plomieniu,

- e) w momencie ustawienia zapalonego palnika nad formą należy włączyć stoper i pozostawić palnik na czas grzania określony w Tabeli nr 1,
 - f) w czasie podgrzewania należy przygotować tygiel do reakcji i spustu,
 - g) po zakończeniu podgrzewania usunąć palnik, uważając by nie uszkodzić ścianek wewnętrznych formy, a następnie za pomocą odpowiednich szczypiec, wstawić mostek w górny otwór formy.
- 10) Przygotowanie tygla do pracy polega na jego oczyszczeniu i dokładnym osuszeniu. Nie wolno używać tygla wilgotnego, gdyż może to doprowadzić do popękania jego wykładziny i spowodować silny wyprysk metalu poza tygiel, co stwarza niebezpieczeństwo poparzenia ludzi.

Przygotowanie nowego tygla do pracy odbywa się przez:

- a) podgrzewanie płomieniem:
 - zapalić w tyglu palnik do wstępnego podgrzewania i podgrzewać tygiel tak długo, aż jego dno zażarzy się i przestanie wychodzić para wodna; przybliżony czas podgrzewania wynosi około 20 minut,
 - przed przystąpieniem do wykonania pierwszej spoiny, należy odczekać około pół godziny,
- b) przygotowanie tygla sposobem zwanym “próżny spust”:
 - wygrzać tygiel palnikiem przez 5 min,
 - napęlić tygiel specjalną ogrzewającą porcją termitu (czerwone opakowanie), zapalić i dokonać spustu do wysypanej suchym piaskiem miski na żużel, obrócić tygiel do góry dnem i pozostawić co najmniej pół godziny nad gorącym metalem w misce żużlowej,
 - resztki tulejki samospustowej usunąć z tygla.

Przygotowanie ostudzonego, używanego tygla

Tygiel należy wygrzewać przez 10÷15 min lub przeprowadzić “daremny spust”, przed podgrzewaniem wstępnym szyn.

Po 24-godzinnej przerwie w pracy z tygłem należy postąpić tak samo, jak z przygotowaniem nowego tygla.

Czyszczenie tygla (usuwanie warstwy żużla)

Należy przeprowadzać po 15÷20 reakcjach. Zanieczyszczony tygiel traci swoją objętość co powoduje, że rozgrzany materiał stali i żużla pryska na pokrywę tygla.

Czyszczenie tygla przeprowadza się następująco:

- a) pozostawiając kołnierz na tyglu, ostrożnie oczyścić za pomocą młotka żużel z

kołnierza,

- b) za pomocą drążka do usuwania resztek tulejki samospustowej oraz młotka, wykonać rowek w żuźlu, a następnie usunąć go z powierzchni wykładziny. Postępować ostrożnie, aby nie uszkodzić wykładziny tygla.

11) Ustawienie tygla

Tygiel należy umocować na obrotowym i wyrównanym względem szyny stojaku. Odległość między dolną krawędzią tygla, a górną krawędzią formy powinna wynosić 30 mm.

Podczas przygotowania do wykonania spoiny należy upewnić się czy tygiel każdorazowo jest położony osiowo względem formy.

12) W czasie trwania wstępnego podgrzewania szyn należy:

- a) umieścić tulejkę samospustową w tyglu i lekko ją docisnąć – umożliwi ona dokonanie jednego spustu stopiwa z tygla, a jej pozostałości należy usunąć w kilka minut po zakończeniu spustu,
- b) obsypać zamocowaną w tyglu tulejkę samospustową proszkiem uszczelniającym znajdującym się w pudełku tulejki uważając by nie przykryć góry rurki,
- c) wsypać powoli do tygla porcję mieszanki termitowej.

UWAGA:

Należy używać porcji tylko z kompletnego zestawu. Nie wolno mieszać i używać uszkodzonych porcji termitu oraz zamieniać ich między zestawami materiałów. Nie wolno niczego dodawać do porcji termitu.

13) Reakcja i spust

- a) z chwilą zakończenia podgrzewania wstępnego włożyć mostek na swoje miejsce w formie i lekko go docisnąć,
- b) nasunąć tygiel nad formę lub ustawić na formie tygiel jednorazowy,
- c) zapalić mieszankę termitową w tyglu za pomocą zapalnika – włożyć zapalony zapalnik do środka porcji termitu w tyglu i przykryć tygiel pokrywą.

Reakcja termitowa przebiega w ciągu kilkunastu sekund. Po kilku sekundach od zakończenia reakcji następuje samoczynny spust stopiwa z tygla do formy. Należy zapewnić spust na środek mostka. Nadmiar żuźla wlewa się do uprzednio zamocowanego pojemnika.

Po zakończeniu spustu tygiel oraz inne części osprzętu i narzędzia, które nie będą potrzebne do dalszego wykonania spoiny należy usunąć na bok.

14) Usuwanie pojemnika na żużel

Pojemnik na żużel może być usunięty dopiero po zakrzepnięciu jego zawartości. Pojemnik należy odłożyć na uprzednio przygotowaną blachę-śmietniczkę.

Zakrzepły żużel łączący formę z pojemnikiem należy rozbić, aby uniknąć

przypadkowego podciągnięcia formy przez żużel i spowodowania wylania się gorącego metalu z formy.

UWAGA: Przy usuwaniu pojemnika należy przestrzegać następujących zasad:

- a) nie wolno stawiać pojemnika z gorącym żużlem na wilgotnej ziemi oraz na podkładzie drewnianym,
 - b) nie należy wylewać z pojemnika jego gorącej, płynnej zawartości,
 - c) nie należy wrzucać pojemnika ani jego zawartości do wody.
- 15) Zdjęcie formy należy wykonać po spuszczeniu stopiwa zgodnie z tabelą.
- 16) Obcinanie spoiny należy przeprowadzić za pomocą obcinarki nadlewów spawalniczych. Noże obcinarki należy tak wyregulować, aby obcięcie nastąpiło na wysokości około 3 mm nad powierzchnią toczną główki szyny. Do obcinania można przystąpić po około 6 minutach od momentu spustu stopiwa. Nie należy obcinać spoiny za pomocą młotka i przecinaka.
- 17) Usuwanie nadlewów kanałowych
- a) nadlew nad powierzchnią stopki należy naciąć, gdy metal jest jeszcze plastyczny. Czynność tę należy przeprowadzić jak najszybciej, z uwagi na późniejsze problemy, które mogą wystąpić przy obcinaniu zbyt twardego nadlewu,
 - b) po ostygnięciu spoiny odłamać nadlew poprzez lekkie uderzenie młotkiem.
- 18) Szlifowanie zgrubne szlifierką do spoin należy wykonać na gorącej spoinie termitowej bezpośrednio po wykonaniu czynności opisanych w pkt 2.17 a), pozostawiając niewielki nadlew (0,5÷1,0 mm) na powierzchni tocznej i bocznej główki szyny. Nie należy szlifować materiału rodzimego szyny.
- 19) Wykonanie obróbki końcowej zgodnie z ustaleniami niniejszej Instrukcji.
3. Narzędzia do spawania zgodnie z zaleceniami Producenta i dostawcy technologii oraz § 14 niniejszej Instrukcji, m. in.:
- 1) stojak na tygiel i zaciski formy,
 - 2) zestaw obejm bocznych form,
 - 3) płyta podstopkowa,
 - 4) tygiel standardowy,
 - 5) nadstawka tygla,
 - 6) pokrywa przeciwrozpryskowa,
 - 7) płytka podstawy tygla wraz z tuleją do nasadzania na stojak,
 - 8) pojemnik na żużel,
 - 9) uchwyt do zakładania i wybijania tulejki,
 - 10) szczypce do mostka,
 - 11) palnik Railtech (Pandrol) ze stojakiem itd,

Załącznik 24 Spawanie szyn termitem, metodą AP 25 Według technologii firmy RAILTECH (PANDROL), Francja

1. Wprowadzenie

- 1) Termitowe spawanie szyn metodą AP 25 - przy zastosowaniu wstępnego podgrzewania szyn do temperatury 950°C. W procesie tym używa się mieszanki termitowej, form suchych prefabrykowanych, uszczelnianych ręcznie masą uszczelniającą, tulejek samospustowych i tygla. Wszystkie materiały potrzebne do wykonania spoiny znajdują się w jednym opakowaniu.
- 2) Poszczególne zestawy są identyczne jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 1 pkt 2 i 3 lecz opisane symbolem AP25)

2. Wykonanie spoiny analogicznie jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 1 - 4 przy zachowaniu parametrów ujętych w Tabeli 1 niniejszego Załącznika.

Załącznik 24 Tabela 1 Wielkości parametrów przy spawaniu szyn

Profil szyny	Luz spawalniczy mm	Wznios Δf mm	Ciśnienie gazów MPa		Temperatura podgrzewania °C	Odległość palnika RTS (prostokątny, 22 otwory) od główki szyny	Czas od spustu do zdjęcia ramek min	Czas od spustu do usunięcia nadlewów żużla min	Czas od spustu do obciążenia nadlewów min
			tlen	propan					
60E1	25±2	1,2÷1,4	0,15	0,04	950	50	3,5	~4	~5
49E1									

3. Dobranie zestawu materiałów.

Etykieta na worku plastikowym porcji termitu oznakowana jest w następujący sposób:

UIC 60	AP 25	typ szyny 60E1 (UIC 60)
		metoda (AP25)
		wielkość luzu spawalniczego (25 mm)
D 44	AP 25 D	kategoria wagi porcji wg klasyfikacji Railtech (Pandrol) (D44)
		proces decydujący dla wagi porcji (AP25)
		kategoria twardości stali szyny (D)
25 NOV 02	VS 005	data produkcji (25 NOV 02)
		nr serii (VS 005)

4. Przed przystąpieniem do spawania, zestaw należy sprawdzić, czy odpowiada gatunkowi stali i profilowi (typowi) szyny przeznaczonej do spawania.

Szczegółowe przyporządkowanie rodzaju porcji termitowych do spawania szyn w zależności od ich profilu (typu) i gatunku stali szynowej zamieszczono w Załączniku 24 Tabeli 2.

5. Sposób postępowania przy zakładaniu formy jest identyczny jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 7 - 8).

Załącznik 24 Tabela 2 Oznaczenia porcji termitowych w zależności od profilu (typu) szyn oraz rodzaju i gatunku stali szynowej.

Rodzaje łączonych szyn	Gatunek stali	Typ szyny	Oznaczenie porcji termitowej
szyna surowa ↓↑ szyna surowa	St72P ↔ St72P	60E1 (UIC60)	UIC60 AP25 D44 AP25 (CS) D UIC60 AP25-JS-CJ D44 AP25 (CJ) D
	St72P ↔ St90PA		
	St72P ↔ 900A		S49 AP25 D40 AP 25 (CS) D
	St72P ↔ R260	49E1 (S49)	S49 AP25-CJ D40 AP 25 (CJ) D
	St90PA ↔ St90PA		
	St90PA ↔ 900A		
	St90PA ↔ R260		
	900A ↔ 900A		
	900A ↔ R260		
	R260 ↔ R260		
szyna obrabiana cieplnie ↓↑ szyna obrabiana cieplnie	St90PA ^{*)} ↔ St90PA ^{*)}	60E1	UIC60 AP25 D44 AP25 (CS) HH
	St90PA ^{*)} ↔ R350HT	49E1	S49 AP 25 D40 AP25 (CS) HH
	R350HT ↔ R350HT	(S49)	
szyna surowa ↓↑ szyna obrabiana cieplnie	St90PA ↔ St90PA ^{*)}	60E1 (UIC60)	UIC60 AP25 D44 AP25 (CS) HH lub jedna z wersji dla gatunku D
	900A ↔ St90PA ^{*)}	49E1 (S49)	S49 AP25 D40 AP25 (CS) HH lub jedna z wersji dla gatunku D
	St90PA ↔ R350HT		
	900A ↔ R350HT		

^{*)} dot. szyn obrabianych cieplnie w całej objętości produkowanych w Hucie Katowice w latach 1985-1993

6. Podgrzewanie wstępne ma za zadanie usunąć z form wilgoć oraz podwyższyć temperaturę szyn i form. W metodzie AP25 bardzo ważna jest kontrola ciśnienia propanu (0,04 MPa) i tlenu (0,15 MPa) oraz temperatury podgrzewania (950°C).

W celu uzyskania prawidłowego nagrzania szyn należy postępować jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 9).

7. Pozostałe czynności jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt. 10 - 19).

8. Narzędzia do spawania identyczne jak przy metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 3).

Załącznik 25 Spawanie szyn termitem, metodą PLA 68 według technologii firmy RAILTECH (PANDROL), Francja

1. Wprowadzenie

- 1) Termitowe spawanie szyn metodą PLA68 - przy zastosowaniu skróconego wstępnego podgrzewania. W procesie tym używa się mieszanki termitowej, form suchych prefabrykowanych, uszczelnianych ręcznie masą uszczelniającą, tulejek samospustowych i tygla. Wszystkie materiały potrzebne do wykonania spoiny znajdują się w jednym opakowaniu.
- 2) Poszczególne zestawy są identyczne jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 1 pkt 2 i 3 lecz opisane symbolem PLA 68).

2. Wykonanie spoiny analogicznie jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 1 - 4) przy zachowaniu parametrów ujętych w Tabeli nr 1 niniejszego Załącznika.

Załącznik 25 Tabela 1Wielkości parametrów przy spawaniu szyn

Profil szyny	Luz spawalniczy mm	Wznios Δf mm	Ciśnienie gazów MPa /MPa/		Czas podgrzewania min	Odległość palnika RTS (prostokątny, 22 otwory) od główki	Czas od spustu do zdjęcia ramek min	Czas od spustu do usunięcia nadlew żużla min	Czas od spustu do obciążenia nadlew min
			tlen	propan					
60E1	68±2	1,7	0,15	0,04	4	70	5	~6	~7
49E1									

3. Dobranie zestawu materiałów.

Etykieta na worku plastikowym porcji termitu oznakowana jest w następujący sposób:

UIC 60	PLA 68	typ szyny 60E1 (UIC 60)
		metoda (PLA)
		wielkość luzu spawalniczego (68 mm)
D 44	PLA 68 D	kategoria wagi porcji wg klasyfikacji Railtech (Pandrol) (D44)
		proces decydujący dla wagi porcji (PLA 68)
		kategoria twardości stali szyny (D)
25 NOV 02	VS 001	data produkcji (25 NOV 93)
		nr serii (VS 001)

Przed przystąpieniem do spawania zestaw należy sprawdzić, czy odpowiada gatunkowi stali i profilowi (typowi) szyny przeznaczonej do spawania. Szczegółowe przyporządkowanie

rodzaju porcji termitowych do spawania szyn w zależności od ich profilu (typu) i gatunku stali szynowej zamieszczono w Załączniku 25 Tabeli 2.

Załącznik 25 Tabela 2 Oznaczenia porcji termitowych w zależności od profilu (typu) szyn oraz rodzaju i gatunku stali szynowej

Rodzaj szyny	Gatunek stali	Typ szyny	Oznaczenie porcji termitowej
szyna surowa ↓↑ szyna surowa	St72P ↔ St72P	60E1 (UIC60)	UIC60 PLA68 D44 PLA (CS) 68D
	St72P ↔ St90PA		UIC60 PLA68-JS D44 PLA (CS) 68D
	St72P ↔ 900A		UIC60 PLA68-JS-CJ D44 PLA (CJ) 68D
	St72P ↔ R260		S49 PLA 68 D40 PLA (CS) 68D
	St90PA ↔ St90PA	49E1 (S49)	S49 PLA68-JS D40 PLA (CS) 68D
	St90PA ↔ 900A		S49 PLA68-JS-CJ D40 PLA (CJ) 68D
	St90PA ↔ R260		
	900A ↔ 900A		
	900A ↔ R260		
	R260 ↔ R260		
szyna obrabiana cieplnie ↓↑ szyna obrabiana cieplnie	St90PA^{*)} ↔ St90PA^{*)}	60E1	UIC60 PLA68 D44 PLA (CS) 68 HH
	St90PA^{*)} ↔ R350HT	49E1	S49 PLA 68 D40 PLA (CS) 68 HH
	R350HT ↔ R350HT	(S49)	
szyna surowa ↓↑ szyna obrabiana cieplnie	St90PA ↔ St90PA^{*)}	60E1	UIC60 PLA68 D44 PLA (CS) 68 HH
	900A ↔ St90PA^{*)}	49E1	S49 PLA68 D40 PLA (CS) 68 HH
	R260 ↔ St90PA ^{*)}	(S49)	lub jedna z wersji dla gatunku D
*) dot. szyn obrabianych cieplnie w całej objętości produkowanych w Hucie Katowice w latach 1985-1993			

4. Sposób postępowania przy zakładaniu formy jest identyczny jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 7 - 8).
5. Podgrzewanie wstępne ma za zadanie usunąć z form wilgoć oraz podwyższyć temperaturę szyn i form. W metodzie PLA bardzo ważna jest kontrola ciśnienia propanu (0,04 MPa) i tlenu (0,15 MPa) oraz czasu podgrzewania (4 min).
W celu uzyskania prawidłowego nagrzania szyn należy postępować jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 9).
6. Pozostałe czynności jak w metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 2 pkt 10 – 19).
7. Narzędzia do spawania identyczne jak przy metodzie PLA (Załącznik 23 ust. 3).