

Wykonywanie i badanie kolejowych złączy szynowych

Ireneusz MIKŁASZEWICZ¹

Streszczenie

W artykule dokonano przeglądu sposobów wykonywania kolejowych złączy szynowych. Opisano wybrane wyniki badań złączy szynowych wykonanych metodą spawania termitowego i zgrzewania zgrzewarkami stacjonarnymi oraz metodą klejono-sprężoną. Badania przeprowadzono na podstawie wymagań ujętych w normach PN EN.

Słowa kluczowe: nawierzchnia kolejowa, złącza szynowe, badania

1. Wprowadzenie

Połączenia końców szyn są istotnym elementem toru związanym ze spokojnością jazdy pociągów. Z uwagi na trudności wykonywania, złącza szynowe są miejscami o zwiększonej wadliwości [1]. Złącza występują na odcinkach prostych i łukach toru oraz w miejscach połączeń rozjazdów i skrzyżowań torów. W budowie linii kolejowych stosuje się następujące sposoby łączenia szyn:

- zgrzewanie szyn zgrzewarkami stacjonarnymi w zgrzewalni,
- zgrzewanie zgrzewarkami torowymi w torach,
- spawanie termitowe w torach,
- wykonywanie złączy szynowych klejono-sprężonych,
- łączenie szyn za pomocą łubków,
- łączenie krzyżownic ze stali manganowo-chromowej z szynami.

2. Metody wykonywania złączy szynowych

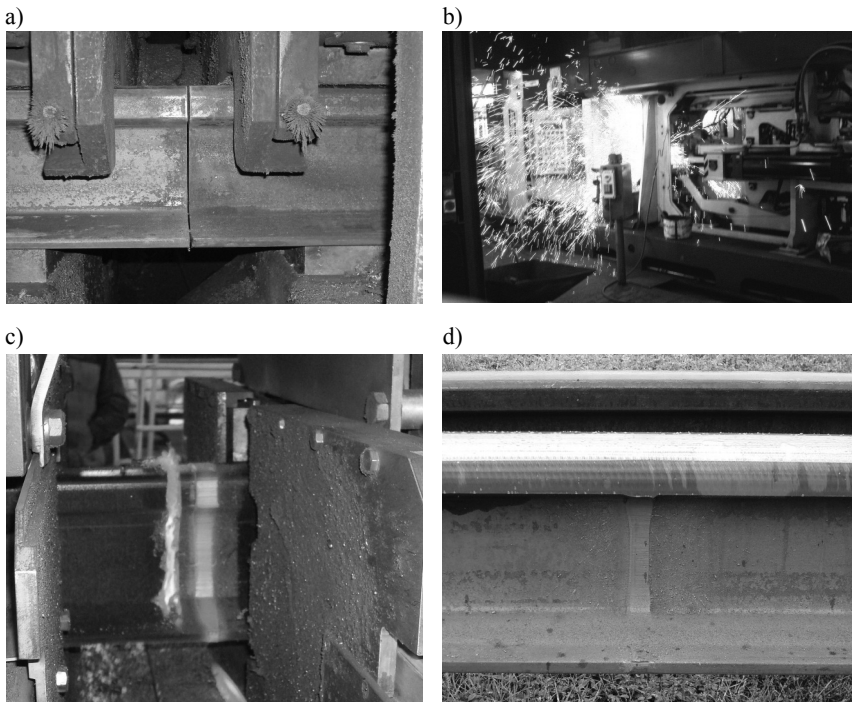
Najczęściej stosowanymi sposobami łączenia szyn jest zgrzewanie oraz spawanie termitowe. Obie te metody wymagają staranności i dokładności przygotowania końców szyn, dotrzymania parametrów nagrzewania, zgrzewania lub spawania, precyzyjnego ustawienia

¹ Inżynier, Instytut Kolejnictwa, kontakt: imiklaszewicz@ikolej.pl.

i uszczelnienia formy (spawanie termitowe), a także sprawnej i doświadczonej ekipy obsługującej urządzenie [2].

Zgrzewanie szyn zgrzewarkami stacjonarnymi odbywa się w zgrzewalnicach szyn. Wprowadzane do zgrzewarki końce szyny są ustawiane doczołowo, z niewielką siłą docisku, przy zachowaniu liniowości pionowej (rys. 1a). Przez stykające się powierzchnie płynie prąd powodujący pulsacyjne topienie metalu powierzchni styku końców szyn. Przez tworzenie się mostków prądowych, a następnie raptowne ich rozerwanie na skutek działania sił elektromagnetycznych i ciśnienia par metalu, następuje gwałtowne wyrzucenie nadtopionego metalu, tj. iskrzenie z równoczesnym usuwaniem resztek zanieczyszczeń z powierzchni czołowych łączonych szyn oraz szybkie nagrzewanie się końców szyn przez wnikanie ciepła w głąb materiału (rys. 1b).

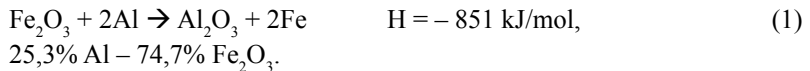
Po procesie iskrzenia następuje proces spęczniania siłą powodującą zgniot szyn i powstanie wypływkę materiału w miejscu zgrzewania. Wypływkę usuwa się nożami profilowymi w temperaturze powyżej 500°C (rys. 1c). W ostatniej fazie stopkę i główkę złącza szynowego poddaje się szlifowaniu (rys. 1d). Powstałe złącze podlega kontroli jakości w zgrzewalni: wykonuje się badanie układu geometrycznego połączenia, badania wizualne i ultradźwiękowe, a także badanie wytrzymałości materiału na zginanie. Wyniki badań powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w normie PN EN 14587-1:2007.



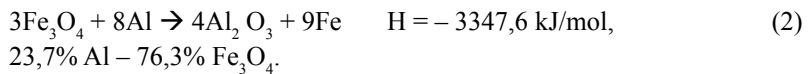
Rys. 1. Metoda zgrzewania złączy szynowych: a) ustawienie doczołowe końców szyn w zgrzewarce, b) proces iskrzenia przy zgrzewaniu złącza, c) proces obcinania wypływkę, d) złącze szynowe zgrzewane po szlifowaniu

Zgrzewanie szyn zgrzewarkami torowymi w torze jest oparte na podobnej technologii wykonywania. W tej metodzie zgrzewania stosuje się zgrzewarki typu PRSM lub zgrzewarki mobilne dwudrogowe, przeważnie umieszczone na samochodach. Wykonane złącza muszą spełniać wymagania jakościowe zgodnie z normą PN EN 14587-2:2009, tj. takie same jak dla zgrzewania zgrzewarkami stacjonarnymi, a więc muszą mieć właściwy układ geometryczny połączenia po szlifowaniu, tj. prostoliniowość poziomą i pionową, twardość, odporność na zginanie, makro i mikrostrukturę oraz wytrzymałość zmęczeniową.

Inną metodą wykonywania złączy szynowych jest spawanie termitowe, w którym stosuje się materiały importowane. Spawanie szyn tą metodą wykonuje się w zdecydowanej większości w torze, z normalnym (25 mm) i szerokim (65–75mm) luzem spawalniczym. Podczas spawania końce szyn są ustawiane doczołowo z zachowaniem prostoliniowości, z niewielkim kątem wzniosu pionowego szyn, przewidzianym na skurcz materiału po ostygnięciu. Po dokładnym uszczelnieniu formy masą ogniotrwałą (rys. 2a) nagrzewanie zestawu (rys. 2b) odbywa się za pomocą 32-otworowego palnika na paliwo propan-butan, w czasie zależnym od metody spawania. Czas podgrzewania wynosi od 1,0 min do 6,0 min, do osiągnięcia temperatury końców szyn i formy od 800° do 1000°C. Celem podgrzewania jest wysuszenie zestawu, w celu ograniczenia przechodzenia wodoru z wilgoci do płynnej stali oraz uniknięcia szoku termicznego materiału szyn, powodującego wystąpienie pęknięć po zakończeniu spawania. Następnie zapalana jest mieszanka termitowa (rys. 2c) i po kilkunastu sekundach następuje spust staliwa do formy. Egzotermiczna reakcja termitowa z wydzielaniem dużych ilości ciepła przebiega zgodnie ze wzorem (1)

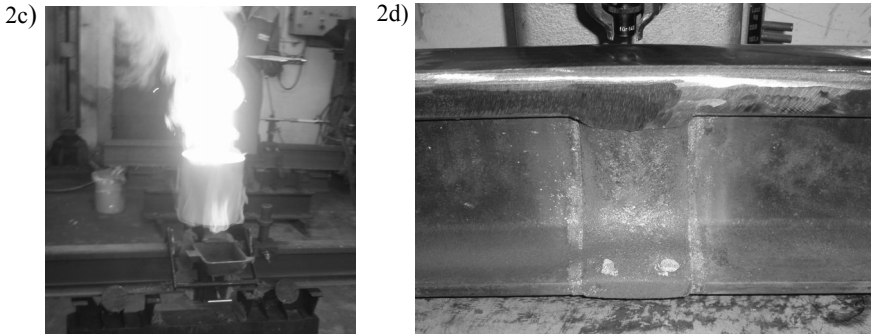


W przypadku zastosowania Fe₃O₄ zamiast Fe₂O₃, reakcja termitowa przebiega według wzoru (2)



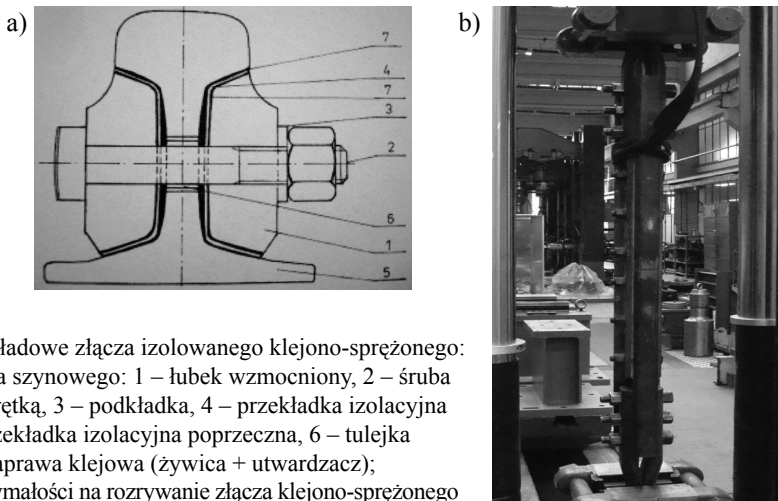
Po skrzepnięciu metalu, w temperaturze powyżej 500°C nadmiar materiału usuwa się za pomocą obcinarki hydraulicznej. Po schłodzeniu, powierzchnię boczną i toczną główki poddaje się szlifowaniu (rys. 2d).





Rys. 2. Metoda spawania termitowego złączy szynowych:
 a) widok części formy złącz spawanego z luzem 70 mm, b) nagrzewanie końców szyn,
 c) zapalenie mieszanki termitowej, d) widok złącza spawanego z luzem 70 mm

Złącze szynowe izolowane klejono-sprężone wykonuje się z łubkami sześciootworowymi lub czterootworowymi (rys. 3a), zgodnie z Warunkami Technicznymi WT-97/01/DG, wydanymi w 1997 roku przez Dyрекcję Generalną PKP. Złącze składa się z dwóch łubków, śrub sprężających, przekładki izolacyjnej podłużnej i poprzecznej, tulejki izolacyjnej oraz zaprawy klejowej. Właściwie wykonane złącze izolowane klejono-sprężone powinno spełniać wymaganie prostoliniowości poziomej i pionowej do 0,20 mm mierzonej na odcinku 1,0 m, mieć rezystancję elektryczną powyżej 50 MΩ w stanie suchym i 1,0 kΩ w stanie mokrym, tj. po moczeniu złącza w wodzie przez 24 godziny. Wytrzymałość złącza na rozrywanie (rys. 3b) powinna być większa niż 785 kN (80 ton) dla złączy szyn typu 49E1 i 1177 kN (120 ton) dla złączy szyn typu 60E1. Wytrzymałość złącza jest uzyskiwana przez sprężanie wstępne (skręcenie śrub mocujących) oraz końcowe w temperaturze 120°C, momentem 880 Nm. Złącza izolowane klejono-sprężone są zabudowywane w miejscach wymaganych przez system sterowania ruchem kolejowym.



Rys. 3. Części składowe złącza izolowanego klejono-sprężonego:
 a) przekrój złącza szynowego: 1 – łubek wzmocniony, 2 – śruba sprężająca z nakrętką, 3 – podkładka, 4 – przekładka izolacyjna podłużna, 5 – przekładka izolacyjna poprzeczna, 6 – tulejka izolacyjna, 7 – zaprawa klejowa (żywica + utwardzacz);
 b) badanie wytrzymałości na rozrywanie złącza klejono-sprężonego

Łączenie krzyżownic wykonanych ze stali manganowo-chromowej odpornej na zużycie (staliwo Hadfielda) z szynami, jest wykonywane przez producenta krzyżownic. Z uwagi na trudności bezpośredniego łączenia odlewów tych elementów z odwalcowaną szyną, stosuje się wkładki ze stali austenitycznej nierdzewnej chromowo-niklowej. Do połączenia w torze krzyżownic z szynami stosuje się metodę termitową, natomiast nie wykonuje się złączy zgrzewanych.

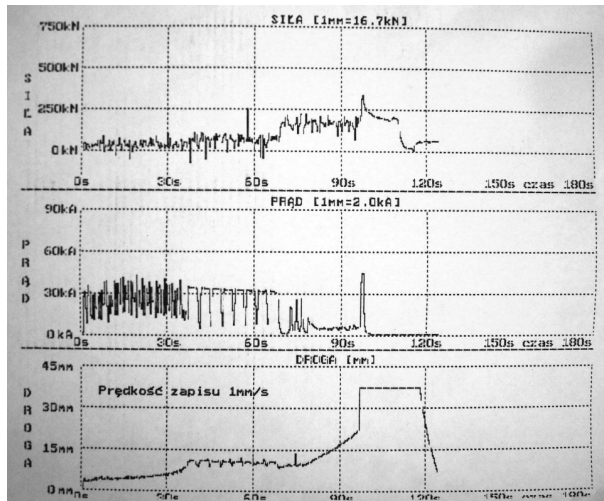
3. Metody badań i uzyskane wyniki

3.1. Opis badań złączy szynowych

Kolejowe złącza szynowe podlegają badaniom kwalifikacyjnym zgodnie z wymaganiami norm PN EN oraz „Warunkami Technicznymi” wydanymi przez PKP PLK. Badanie złączy szynowych zgrzewanych jest wykonywane według norm: PN EN 14587-1:2007 [5], PN EN 14587-2:2009 [6] i „Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru” (WTWiO) nr ILK3d-518/1/08 [9], natomiast złączy szynowych spawanych termitowo według: PN EN 14730-1:2010 [7] i PN EN 14730-2:2006 [8] oraz „Instrukcji Spawania Szyn Termitem” nr Id-5 [3]. Dodatkowo, wytyczne spawania termitowego złączy szynowych są opracowane przez producentów materiałów spawalniczych i zawarte w wewnętrznych instrukcjach udostępnionych firmom wykonującym prace spawalnicze w torze.

Laboratoryjne badania kwalifikacyjne, obejmujące zakres badań zalecanych przez wymienione normy, wykonuje się na dziesięciu próbnych złączach. Badania eksploatacyjne prowadzi się również na minimum dziesięciu złączach szynowych na wybranym odcinku toru w okresie jednego roku eksploatacji złącza. Badania kwalifikacyjne złączy zgrzewanych i spawanych z gatunku R260 o profilu 60E1 wykonuje się według podobnych zasad, które obejmują: kontrolę technologii wykonania złącza, pomiar wielkości uskoku i wypłytki zgrzeiny (w przypadku zgrzewanego złącza), pomiar prostoliniowości pionowej na powierzchni tocznej i poziomej na powierzchni szyny, badanie penetracyjne i ultradźwiękowe, próbę twardości HV30, zginania statycznego, badanie makroskopowe, mikroskopowe oraz wytrzymałości zmęczeniowej materiału. Wymienione badania wykonuje się raz na pięć lat.

Kontrola technologii wykonania złącza zgrzewanego obejmuje zabiegi oczyszczania i wyrównania końców szyn, ustawienia liniowości w uchwycie zgrzewarki oraz parametrów prądowych, czasu iskrzenia i siły spęczenia. Parametry te są rejestrowane na wykresach zgrzewania (rys. 4). Prawidłowość obcięcia wypłytki materiału po spęczeniu wpływa na pracochność procesu szlifowania główki szyny, geometrię i jakość wykonania złącza zgrzewanego.



Rys. 4. Wykres przebiegu zgrzewania szyn w zgrzewarce firmy Schlatter

Kontrola spawania termitowego obejmuje zabiegi oczyszczania, wyrównania i ustawienia końców szyn, prawidłowości ustawienia formy i uszczelnienia, ustawienia palnika i czasu nagrzewania, zapalenia mieszanki termitowej oraz czasu spustu stali do formy. Parametry te decydują o jakości i wytrzymałości wykonanych złączy szynowych metodą spawania termitowego.

Dokładność ustawienia końców szyn oraz wielkość pozostawionej wypłytki po zgrzewaniu i nadlewu po spawaniu, jest elementem decydującym o uzyskanych parametrach prostoliniowości pionowej i poziomej złączy szynowych, a także pracochłonności związanej z operacją szlifowania złączy szynowych. Wymagania dotyczące tych parametrów zamieszczono w tablicach 1 i 2.

Tablica 1

Wymagania prostoliniowości pionowej złącza szynowego

Klasyfikacja zgrzeiny	Przeznaczenie szyny / odchyłki wymiaru Δf [mm]					
	Tory główne				Inne tory	
	$V > 160$ km/h		$V \leq 160$ km/h			
	Odchyłka wymiaru Δf [mm]					
	Wklęsłość	Wypukłość	Wklęsłość	Wypukłość	Wklęsłość	Wypukłość
Dobra	$\Delta f = 0,0$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,1$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
Do naprawy	$0,0 \leq \Delta f \leq 0,2$	$0,3 \leq \Delta f \leq 0,5$	$0,1 \leq \Delta f \leq 0,3$	$0,3 \leq \Delta f \leq 0,5$	$0,5 \leq \Delta f \leq 0,8$	$0,5 \leq \Delta f \leq 1,0$
Do wycięcia	$\Delta f > 0,2$	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,3$	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,8$	$\Delta f > 1,0$

Tablica 2

Wymagania prostoliniowości poziomej złącza szynowego

Klasyfikacja zgrzeiny	Przeznaczenie szyny / odchyłki wymiaru Δf [mm]			
	Tory główne		Inne tory	
	Odchyłka wymiaru Δf [mm]			
	Wypukłość	Wklęsłość	Wypukłość	Wklęsłość
Dobra	$\Delta f = 0,0$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
Do naprawy – dostateczna	$0,0 \leq \Delta f \leq 0,3$	$0,3 \leq \Delta f \leq 0,6$	$0,5 \leq \Delta f \leq 0,8$	$0,5 \leq \Delta f \leq 0,8$
Do wycięcia	$\Delta f > 0,3$	$\Delta f > 0,6$	$\Delta f > 0,8$	$\Delta f > 0,8$

3.2. Wybrane wyniki badania złączy szynowych

Badania laboratoryjne złączy szynowych zgrzewanych przeprowadzono na dziesięciu odcinkach złączy szynowych, wykonanych zgrzewarkami firmy Schlatter oraz na dziesięciu odcinkach złączy spawanych termitowo metodą SoWoS-P. Wyniki badań prostoliniowości wykonane na powierzchni tocznej główki złączy szynowych zgrzewanych i spawanych wykazują, że odcinki zgrzein szyn mają wypukłość i wklęsłość pionową Δf nieprzekraczającą 0,20 mm oraz poziomą dochodzącą do 0,25 mm, co świadczy o prawidłowo prowadzonym procesie wykonywania łączenia szyn, zgodnym z wymaganiami powyższych norm PN EN i WTWiO.

Prostoliniowość pozioma zgrzeiny mierzona na krawędzi stopki szyny nie przekroczyła wielkości 1,50 mm i mieściła się w granicach wymagań WTWiO nr ILK3d-518/1/08, co jest również zgodne z wymaganiami zawartymi w normach.

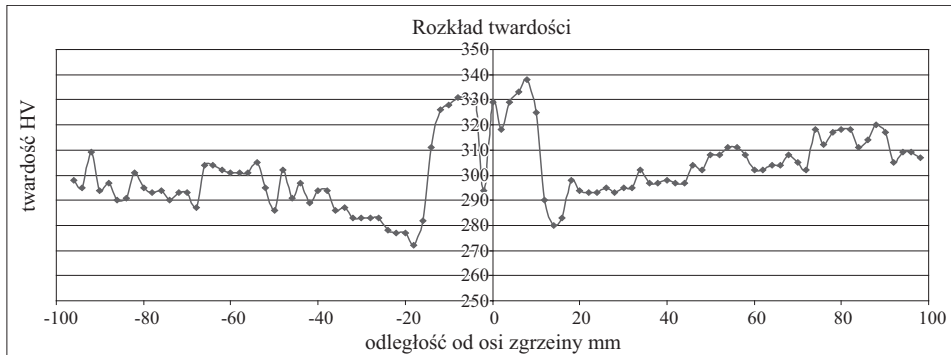
Badania penetracyjne złączy szynowych wykonywane z zastosowaniem penetrantów firmy MAGNA-FLUX typ SKL-WP i WCP-2, zgodnie z PN EN 571-1:1999, nie ujawniły wad powierzchniowych w postaci pęknięć i nieciągłości w obszarze złącza (rys. 5a). Badanie ultradźwiękowe złączy wykonane defektoskopem EPOCH 600 firmy Olympus z głowicami na fale podłużne i poprzeczne, zgodnie z Instrukcją Id-17:2005 wydaną przez PKP PLK, również nie ujawniły żadnych wad wewnętrznych w złączach zgrzewanych i spawanych (rys. 5b).



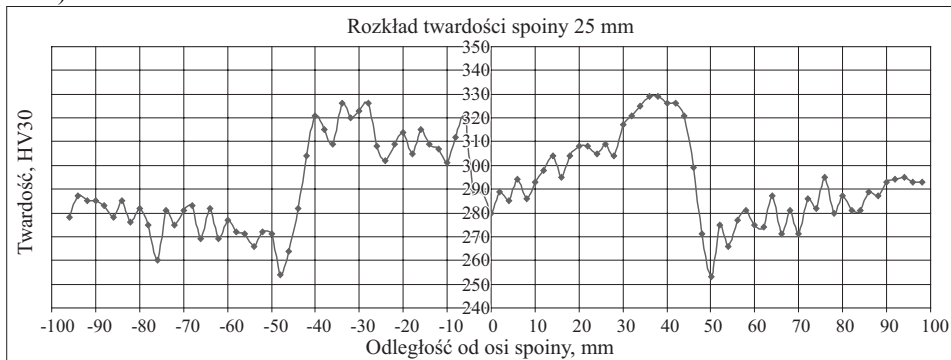
Rys. 5. Badanie złączy szynowych: a) penetracyjne, b) ultradźwiękowe

Badanie twardości HV₃₀ złączy przeprowadzono zgodnie z normami PN EN 14587-1:2007 i PN EN 14730-1:2010. Złącza szynowe przecięto wzdłuż osi symetrii szyny. Następnie szlifowano powierzchnie i prowadzono pomiary na głębokości 5,0 mm od powierzchni toczonej główki szyny. Wyniki badań złącza zgrzewanego przedstawiono na rysunku 6a, natomiast złącza spawanego na rysunku 6b. Twardość w strefie zmiękczenia złączy mieściła się w zakresie przewidzianym przez obowiązujące normy, tj. $\max \leq P + 60 \text{ HV}_{30}$ i $\min \geq P - 30 \text{ HV}_{30}$, gdzie: P – twardość materiału rodzimego szyny.

a)



b)



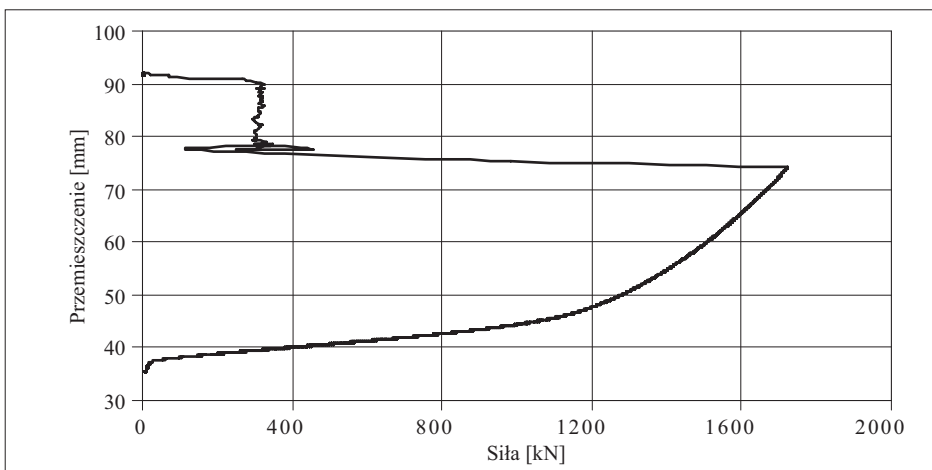
Rys. 6. Rozkład twardości HV₃₀ uzyskany w złączu szynowym:
a) zgrzewanym, b) spawanym z luzem 25 mm

Badanie wytrzymałości na zginanie statyczne złączy szynowych przeprowadzono na pięciu próbach zgodnie z PN EN 14587-1:2007, na maszynie wytrzymałościowej firmy Schenck LFV o maksymalnym nacisku 4000 kN. Próby zginania wykonano na podporach wahlowych. We wszystkich próbach uzyskano wynik pozytywny, tj. otrzymano ugięcie złącza większe od wymaganego minimum 20,0 mm przy sile zginania 1600 kN dla złączy zgrzewanych, natomiast dla złączy spawanych ugięcie większe od 10,0 mm przy sile zginania 1030 kN. Uzyskane wyniki zamieszczono w tablicy 3. Są one zgodne z wymaganiami obowiązujących norm. Przykładowy wykres zginania próbki pokazano na rysunku 7.

Tablica 3

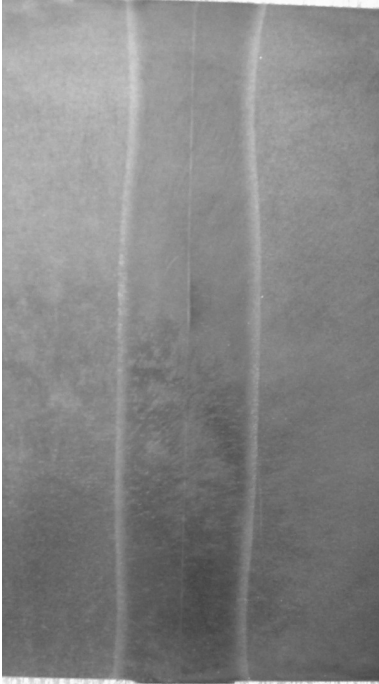
Uzyskane wyniki badań zginania złączy szynowych zgrzewanych i spawanych

Rodzaj złącza szynowego	Siła zginająca [kN]		Przemieszczenie [mm]	
	Wymagania	Wynik badania	Wymagania	Wynik badania
Złącze zgrzewane, według PN EN 14587-1:2007	>1600	1629	>20,0	34
		1680		28
		1655		35
		1725		31
		1736		29
Złącze spawane, według PN EN 14730-1:2010	>1030	1310	>10,0	15
		1270		16
		1280		15
		1380		14
		1325		16



Rys. 7. Wykres zginania złącza szynowego zgrzewanego

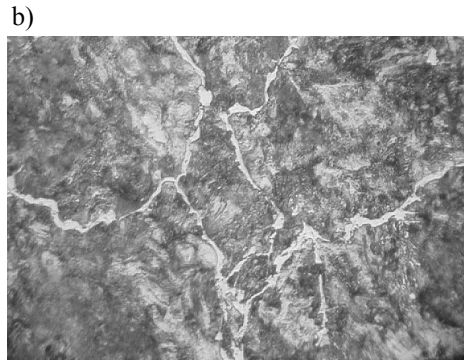
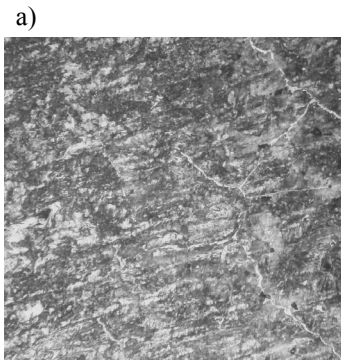
Badanie makrostruktury złącza szynowego zgrzewanego i spawanego pokazano na rysunkach 8 i 9. Na rysunku 8 jest widoczna linia zgrzewania oraz symetryczne rozłożenie strefy wpływu ciepła w łączonych szynach, natomiast na rysunku 9 pokazano makrostrukturę złącza spawanego z luzem 25 mm. Na tym rysunku jest widoczna linia łączenia spoiny z litym materiałem, niewielka rzadzizna w środkowej części spoiny oraz symetryczne rozłożenie strefy wpływu ciepła po obu stronach połączenia. Na rysunku 10a pokazano mikrostrukturę połączenia termitowego z materiałem szyny, a na rysunku 10b mikrostrukturę złącza zgrzewanego w linii łączenia szyn. Są to podobne struktury perlityczne z wydzieleniem cementytu i śladów ferrytu na granicach ziaren. W badanych złączach nie stwierdzono obecności struktur bainitycznych lub martenzytycznych.



Rys. 8. Makrostruktura złącza szynowego zgrzewanego



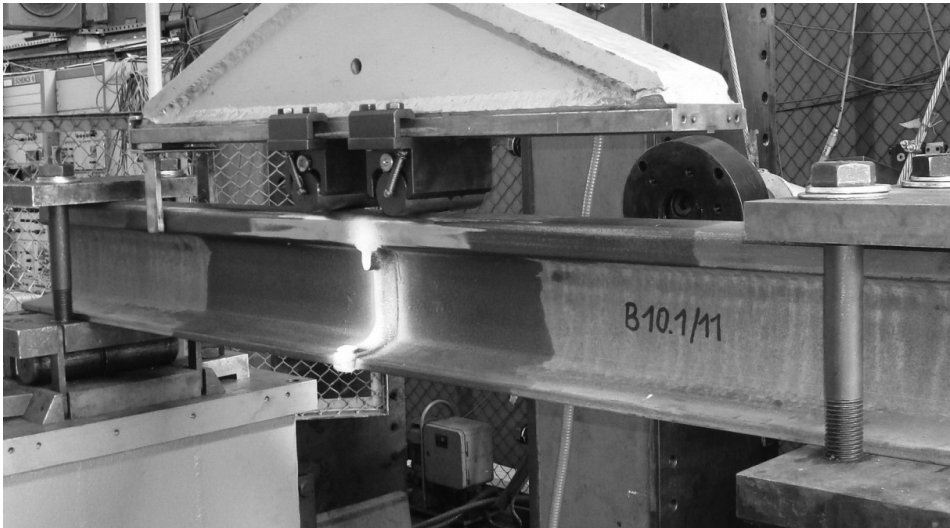
Rys. 9. Makrostruktura złącza spawanego z luzem 25 mm



Rys. 10. Mikrostruktura złącza szynowego: a) spawanego, b) zgrzewanego

Badania wytrzymałości zmęczeniowej złączy zgrzewanych i spawanych przeprowadzono metodą *past-the-post*, zgodnie z zaleceniami norm PN EN 14730-1:2010 i PN EN 14587-1:2007, przy dwupunktowej sile nacisku i rozstawie podpór 1400 mm. Siłę nacisku oraz sprawdzenie liniowości obciążenia wyznaczono za pomocą mostka Wheatstone'a złożonego z tensometru naklejonego na litą szynę oraz na oddzielną część szyny. Próbkę obciążano siłą 220 kN i uzyskano naprężenia w stopce szyny o wartości 190 MPa, wyma-

ganej dla szyn typu 60E1. Po 5 milionach cykli, próbka zmęczeniowa złącza zgrzewanego oraz próbka zmęczeniowa złącza spawanego (rys. 11) nie wykazały śladów rozwarstwienia i pęknięć, co zgodnie z wymienionymi normami kwalifikuje próbki z wynikiem dodatnim.



Rys. 11. Próba wytrzymałości zmęczeniowej złącza szynowego spawanego

W tabelicy 4 przedstawiono właściwości wytrzymałościowe uzyskane na próbkach wyciętych z główek złączy, wykonanych zgrzewarką stacjonarną i spawanych termitowo metodą SoWoS-P oraz wartości twardości Brinella mierzone na powierzchni toczonej w osiach główek szyn. Uzyskane wyniki wytrzymałości na rozciąganie R_m i wydłużenia A_5 , jak również twardości HBW, porównano z wymaganiami podanymi w normie PN EN 13674-1:2011 [4], dotyczącej szyn z gatunku R260 o profilu 60E1. Wyniki te mieszczą się w zakresie podanym w tej normie, jednakże wykonywanie tych badań nie jest obligatoryjne.

Dodatkowo zbadano skład chemiczny stopiwa złącza szynowego o profilu 60E1 z gatunku R260, spawanego termitowo z luzem 25 mm oraz 70 mm i porównano z wymaganiami normy PN EN 14730-1:2007. Wyniki zamieszczono w tabelicy 5. Wynika z niej, że zawartość pierwiastków jest zgodna z zaleceniami normy, z wyjątkiem przekroczonej zawartości krzemu. Jednak zwiększona zawartość krzemu w stosunku do górnej granicy wymagań normy, z uwagi na dodatnie odtleniające działanie oraz spoiny podwyższające sprężystość materiału, nie powoduje ujemnych zmian wytrzymałości złącza. Z tabelicy wynika, że spoiwo zawiera mniejszą o około 0,20% zawartość węgla, znacznie większą zawartość krzemu oraz aluminium w stosunku do gatunku R260. Oba te pierwiastki są silnymi odtleniaczami usuwającymi rozpuszczony tlen ze stali, co przeciwdziała powstawaniu porowatości.

Tablica 4
Uzyskane w badaniach właściwości mechaniczne oraz twardość HBW złączy szynowych spawanych i zgrzewanych

Gatunek stali R260 według PN EN 13674-1:2011	R _m min [MPa]	A ₅ min [%]	Z [%]	Twardość HBW – pomiar linia centralna		Twardość HBW – pomiar linia spawania		Twardość HBW – materiał szyny	
				282	278	280	297	293	297
Spawane termitowo z luzem 25 mm	897	10,75	28,9	282	278	280	297	293	297
Spawane termitowo z luzem 70 mm	–	–	–	275	280	283	293	300	304
Zgrzewane iskrowo	923	10,3	13,3	286	289	291	–	–	–

Tablica 5
Uzyskane wyniki badań składu chemicznego stopiwa termitowego spawanych złączy szynowych

Gatunek stali R260 według PN EN 13674-1	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%] max	S [%]	Cr [%] max	Al [%] max	V [%] max	N [%] max	O [ppm] max	H [ppm] max
Stopiwo, luz 25 mm	0,55	1,46	0,80	0,020	0,007	0,09	0,294	0,008	–	–	–
Stopiwo, luz 70 mm	0,55	1,48	0,77	0,024	0,006	0,09	0,163	0,007	–	–	–
Stopiwo, według PN EN 14730-1	0,40–0,75	0,00–0,70	0,50–1,40	0,000–0,035	0,000–0,035	0,00–0,20	0,02–0,60	0,00–0,25	–	–	–

4. Podsumowanie

Przedstawione w artykule sposoby wykonywania złączy szynowych zgrzewanych i spawanych termitowo, przeprowadzone zgodnie z zaleceniami wymienionymi w normach i warunkach technicznych, tj. PN EN 14587-1:2007, PN EN 14587-2:2009, WTWiO nr ILK3d-518/1/08, PN EN 14730-1:2010 i PN EN 14730-2:2006 oraz Instrukcji Id-5, zapewniają uzyskanie dobrej jakości złączy szynowych typu 60E1 w gatunku R260.

Badania kwalifikacyjne zgrzewanych i spawanych termitowo dziesięciu złączy szynowych, obejmujące analizy technologii wykonywania złączy, badania wizualne, penetracyjne, ultradźwiękowe, badania prostoliniowości pionowej i poziomej złączy, badania makrostruktury i mikrostruktury obszarów połączeń szyn, a także badania zginania i wytrzymałości zmęczeniowej, zgodnie z obowiązującymi normami PN EN, potwierdzają dobrą jakość złączy, spełniającą wymagania przedmiotowych dokumentów. Badania te są jednym z warunków wydania przez Urząd Transportu Kolejowego „Świadectwa Typu” dopuszczenia wyrobu do stosowania w torach na liniach PKP PLK S.A.

W torach linii PKP są wykonywane złącza szynowe spawane termitowo przez firmy wykorzystujące importowane materiały spawalnicze, tj. tygły jednorazowe z mieszanką termitową, formy dzielone, tulejki samospustowe, zapaly i materiały uszczelniające. Z przedstawionych wyników badań wynika, że spełniają one wymagania jakościowe zalecane przez normy PN EN i „Warunki Techniczne” obowiązujące w PKP PLK.

Bibliografia

1. Bałuch H., Bałuch M.: *Eksplatacyjne metody zwiększania trwałości rozjazdów kolejowych*, CNTK, Warszawa, 2009.
2. Bogdaniuk B., Towpik K.: *Budowa, modernizacja i naprawy dróg kolejowych*, PKP, Warszawa 2010. Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2010.
3. *Instrukcja Id-5 Spawania Szyn Termitem*, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2005 r.
4. PN EN 13674-1:2011, *Kolejnictwo – Tor – Szyna – Część 1: Szyny kolejowe Vignoles'a o masie 46 kg/m i większej*.
5. PN EN 14587-1:2007, *Kolejnictwo – Tor – Zgrzewanie iskrowe szyn – Część 1: Zgrzewanie nowych szyn ze stali gat. R220, R260, R260Mn i R350 HT w zgrzewalniach*.
6. PN EN 14587-2:2009, *Kolejnictwo – Tor – Zgrzewanie iskrowe szyn – Część 2: Zgrzewanie nowych szyn ze stali gat. R220, R260, R260Mn i R350 HT zgrzewarkami torowymi poza zgrzewalnią*.
7. PN EN 14730-1+A1:2010, *Kolejnictwo – Tor – Spawanie termitowe szyn – Część 1: Dopuszczenie procesów spawania*.
8. PN EN 14730-2:2006, *Kolejnictwo – Tor – Spawanie termitowe szyn – Część 2 – Kwalifikacja spawaczy do spawania termitowego, dopuszczenie wykonawców robót i odbioru spawów*.
9. *Warunki Techniczne WTWiO nr ILK3d-518/1/08, wykonania i odbioru zgrzein w szynach kolejowych nowych łączonych zgrzewarkami stacjonarnymi. Wymagania i badania*.

Construction and testing of rail joints

Summary

The article is a review of manners of construction of rail joints. Selected test results have been presented with regard to rail joints constructed in a way of thermite or stationary welding or by pre-stressed adhesive method. The research was carried out on the basis of requirements contained in the PN EN norms, which should provide good quality of rail joints.

Key words: railway permanent way, rail joints, tests

Изготовление и испытание железнодорожных рельсовых стыков

Резюме

В разработке проведён просмотр способов изготовления рельсовых стыков. Представлены избранные результаты испытаний железнодорожных рельсовых стыков, изготовленных способом термитной сварки и сварки рельсосварочными стационарными машинами, а также способом клейки с прессованием. Исследования проведены согласно требованиям стандартов PN-EN, выполнение которых должно гарантировать хорошее качество изготовления рельсовых стыков.

Ключевые слова: верхнее строение железнодорожного пути, рельсовые стыки, исследования