PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Przegląd klasyfikacji niezgodności spawalniczych w branży kolejowej w odniesieniu do norm ISO

Miedzeszyn, 13.05.2016

Autor:

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Centrum Diagnostyki w Warszawie

mgr inż. Mariusz Mastalerz (IWE)

Przegląd klasyfikacji niezgodności spawalniczych w branży kolejowej w odniesieniu do norm ISO

Jednym z wyznaczonych celów Unii Europejskiej, to wspólna, jednolita polityka transportowa na terenie krajów członkowskich. W tym celu konieczne jest stworzenie europejskiego interoperacyjnego systemu kolejowego, a co za tym idzie standaryzacji przepisów w obszarze m. in. technicznym, zgodność norm krajowych z normami europejskimi EN (Europejska Organizacja Normalizacyjna) i międzynarodowymi ISO (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna).

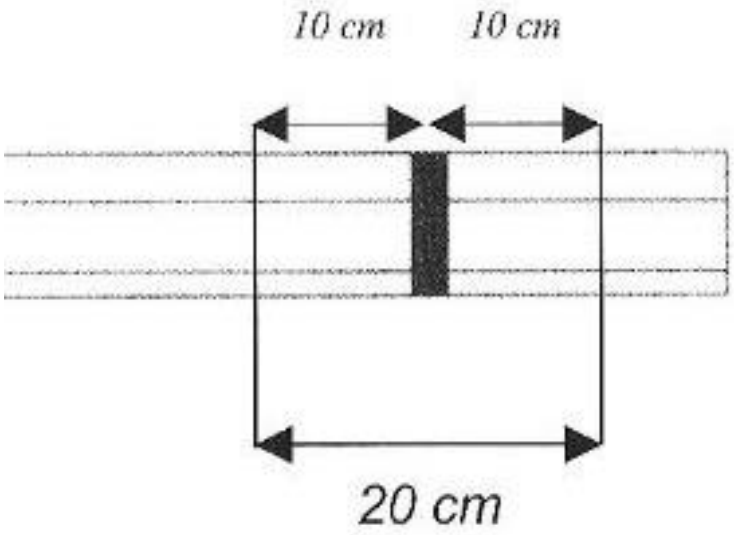
Niezgodność, a wada

EN ISO 6520:2009 rozróżnia niezgodność spawalniczą od wady, i tak [3]:

niezgodność spawalnicza - nieciągłość w spoinie lub odchylenie od zamierzonej geometrii

wada - niedopuszczalna niezgodność spawalnicza

Strefa złącza (spawanego, zgrzewanego) – rozciąga się na długości 10cm w obie strony od osi złącza. Każda wada, której początek znajduje się w tej strefie, powinna być klasyfikowana jako wada złącza. Wada, której początek znajduję się na zewnątrz tego obszaru, powinna być klasyfikowana zgodnie z jej odpowiednim oznaczeniem. [6]



Rys. 1 Strefa złącza [6]
(spawanego, zgrzewanego)

Klasyfikacja wad wg katalogu UIC [6] – kod liczbowy

Xxxx (pierwsza cyfra kodu)

- rodzaj i lokalizacja wady:
  1- wady końców szyn
  2- wady poza końcami szyn
  3- wady spowodowane uszkodzeniem szyn
  4- wady powstałe podczas łączenia szyn lub napawania

Klasyfikacja wad wg katalogu UIC [6] – kod liczbowy

x**X**xx (druga cyfra kodu)

- miejsce wady w przekroju szyny
- **sposoby wykonywania połączenia lub napawania (jeżeli pierwszą cyfrą jest 4):**

1 - zgrzewanie elektryczne iskrowe
2 - spawanie termitowe
3 - spawanie łukowe
4 - spawanie acetylenowo-tlenowe
5 - spawanie przy pomocy sprężonego gazu
6 - zgrzewanie indukcyjne
7 - napawanie
8 - inne metody łączenia szyn

Klasyfikacja wad wg katalogu UIC [6] – kod liczbowy

xx**X**x (trzecia cyfra kodu)

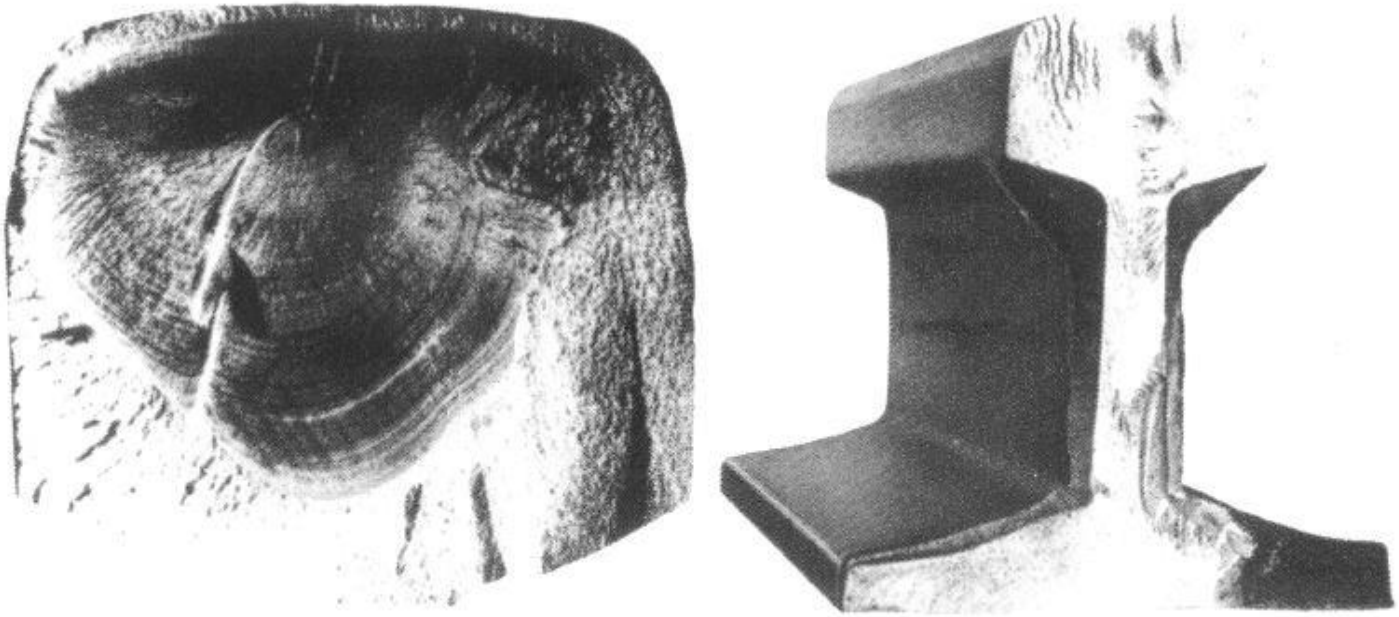
– wygląd wady w przypadku złamania lub pęknięcia
– pochodzenie, przyczyna wady w przypadku uszkodzonej szyny
– wygląd, właściwość
1 – poprzeczne
2 – poziome lub łuszczenie

xxx**X** (czwarta cyfra kodu -jeśli występuje)

- przeznaczona do dalszej klasyfikacji opartej o typ wady

Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]

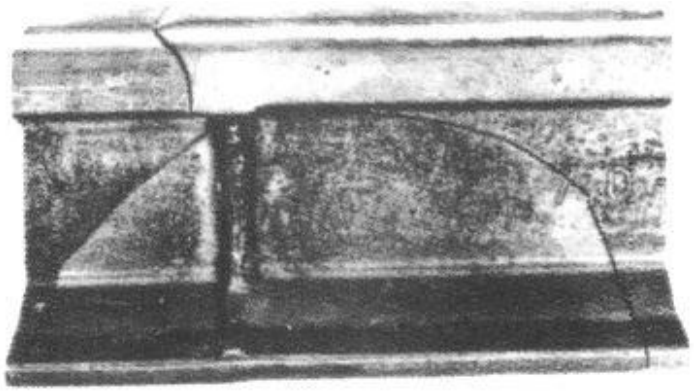
Klasyfikacja wad wg katalogu UIC [6] - przykłady

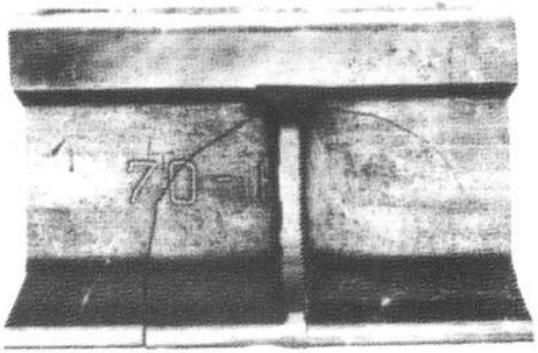


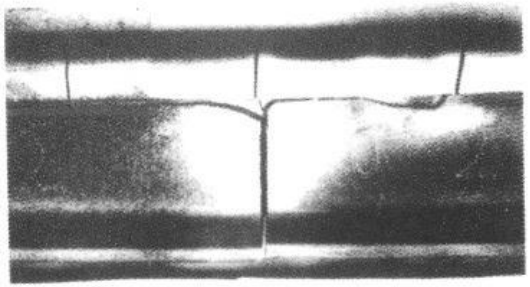
Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]

Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]

Klasyfikacja wad wg katalogu UIC [6] - przykłady

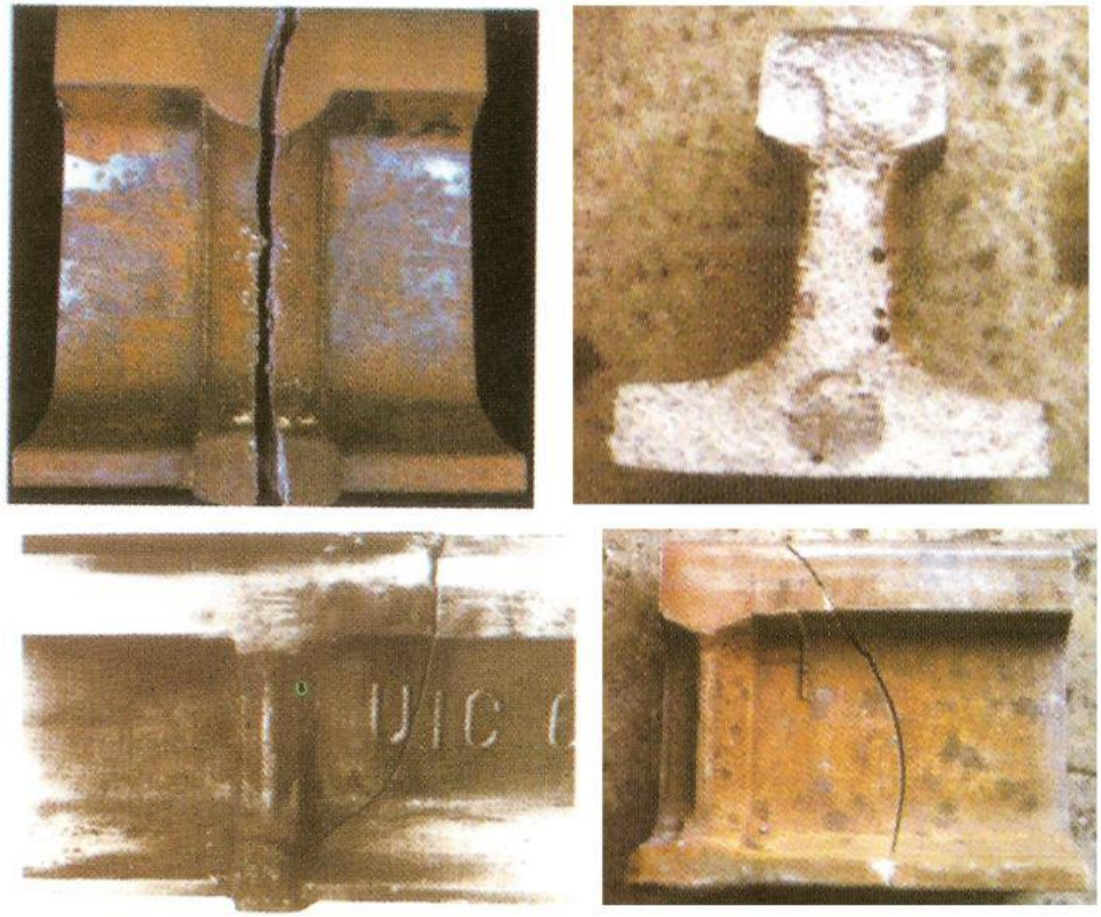






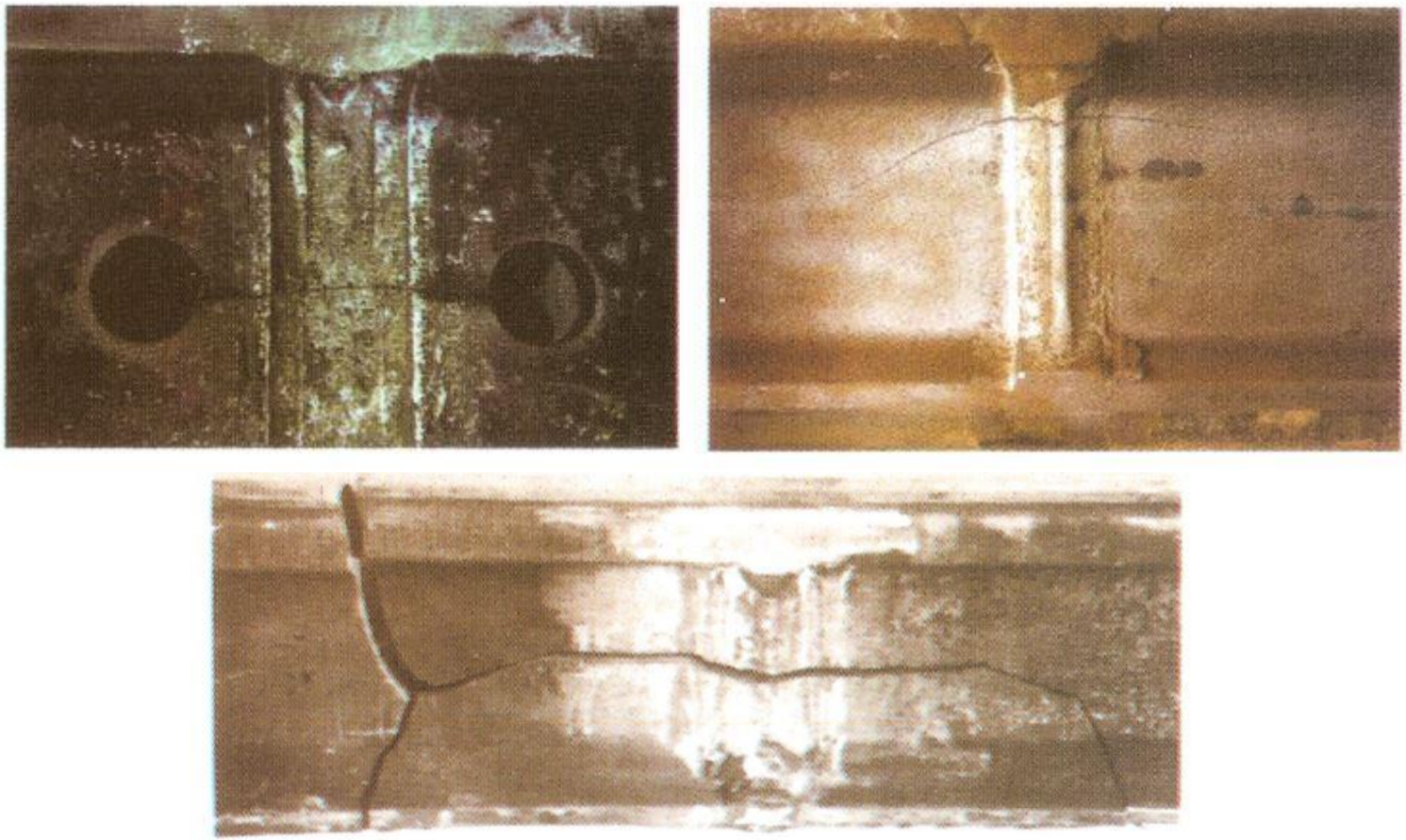
Rys. 3 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poziome w szyjce 412 [6]

Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]



Rys. 4 Spawanie termitowe / pęknięcie poprzeczne 421 [6]

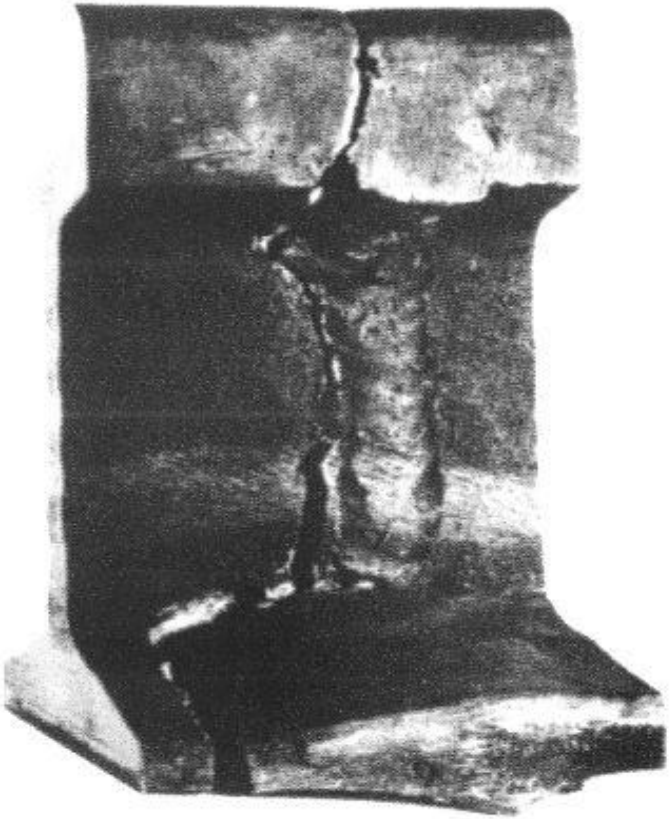
Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]



Rys. 5 Spawanie termitowe / pęknięcie poziome w szyjce 422 [6]

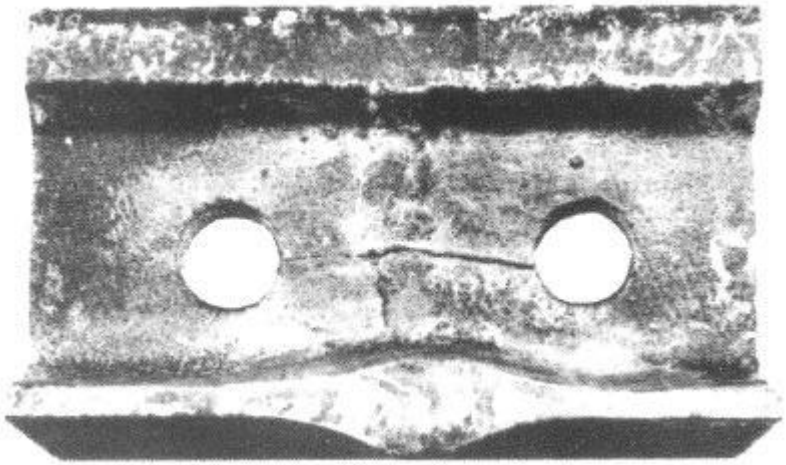
Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]

Klasyfikacja wad wg katalogu UIC [6] - przykłady



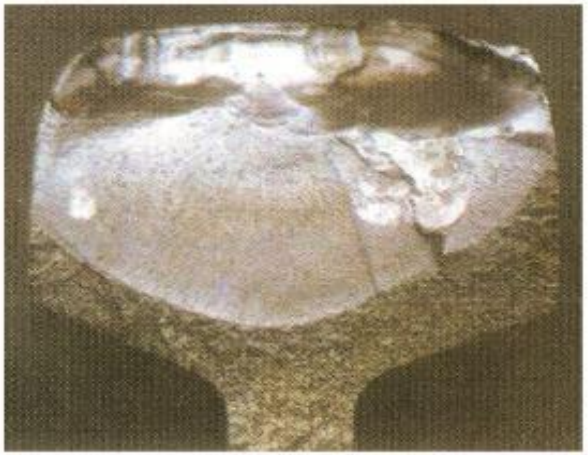
Rys. 6 Spawanie łukiem elektrycznym / pęknięcie poprzeczne 431 [6]

Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]

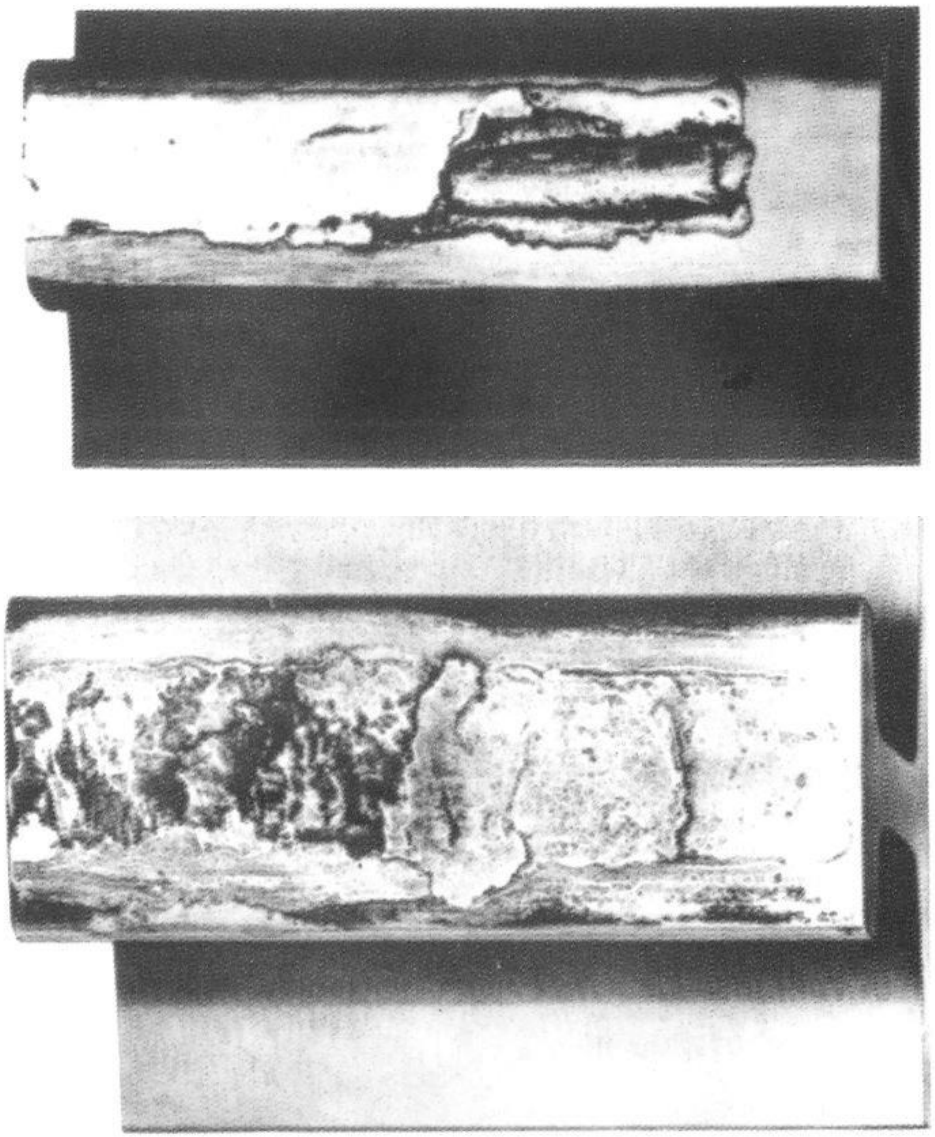


Rys. 7 Spawanie łukiem elektrycznym / pęknięcie poziome w szyjce 432 (po lewej) [6]

Rys. 8 Napawanie / pęknięcie poprzeczne główki szyny 471 (na dole) [6]

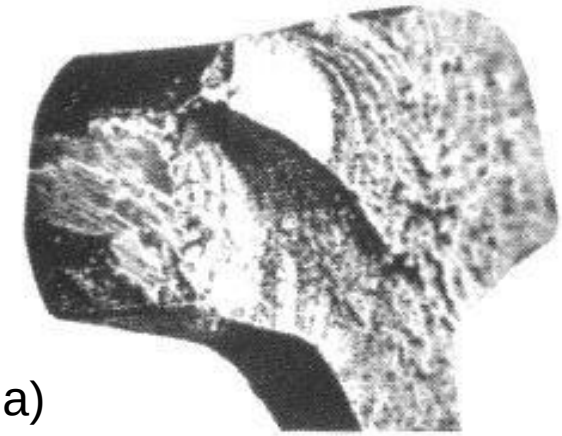


Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]

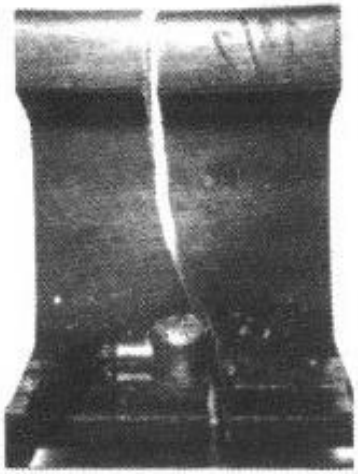


Rys. 9 Napawanie/oddzielenie lub łuszczenie materiału napawanego 472 [6]

Rys. 2 Zgrzewanie elektryczne iskrowe / pęknięcie poprzeczne 411 [6]



a)

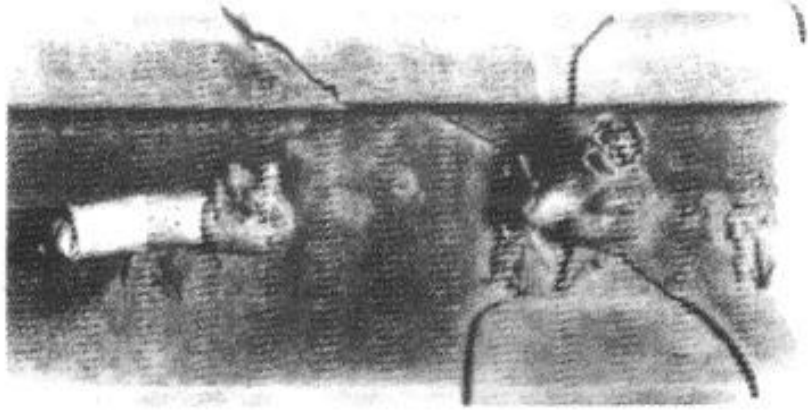


b)

Rys. 10 Inne metody spajania / pęknięcie poprzeczne przy łącznikach szynowych 481: [6]

a) na powierzchni główki
b) na stopce szyny
c) na szyjce szyny

c)



Podział niezgodności spawalniczych ze względu na wielkość, kształt i usytuowanie:

Dr Mirosław Łomozik niezgodności spawalnicze dzieli [7]:

- ze względu na wielkość:

- niezgodności makroskopowe - można zobaczyć i zidentyfikować okiem nieuzbrojonym lub przy powiększeniach w zakresie do około 30 razy i które są ujawniane powszechnie stosowanymi w praktyce przemysłowej metodami badań nieniszczących, głównie wizualnych oraz za pomocą badań niszczących metalograficznych makroskopowych (np. braki przetopu, żużle, pęcherze, podtopienia itp.)
- niezgodności mikroskopowe - są wykrywane metodami nieniszczącymi przy użyciu specjalnych technik (np. mikrorentgenografia), oraz metodami niszczącymi - najczęściej metalograficzne badania mikroskopowe (np. mikropęknięcia, mikropęcherze, mikrożużle, mikroprzyklejenia, mikrowtrącenia siarki, fosforu, krzemu

Podział niezgodności spawalniczych ze względu na wielkość, kształt i usytuowanie:

- ze względu na usytuowanie niezgodności spawalniczych w złączu spawanym rozróżnia się:

- niezgodności zewnętrzne występujące na powierzchniach zewnętrznych złącza
- niezgodności wewnętrzne zlokalizowane wewnątrz złącza spawanego

- ze względu na kształt:

- niezgodności płaskie(szczelinowe), tworzą ostre karby geometryczne, które nierzadko inicjują proces pękania konstrukcji spawanych (mikropęknięcia, przyklejenia oraz wąskie podtopienia)
- niezgodności przestrzenne (trójwymiarowe), które przede wszystkim obniżają przekrój czynny złącza np. pęcherze, żużle i wtrącenia pierwiastków niemetalicznych

Podział niezgodności spawalniczych wg EN ISO 6520:2009

Niezależnie od gatunku materiału, z którego wykonywane są konstrukcje i wyroby spawane, niezgodności występujące w złączach spawanych klasyfikuje norma :

EN ISO 6520:2009 Spawanie i procesy pokrewne. Klasyfikacja geometrycznych niezgodności spawalniczych w metalach.

-zeszyt pierwszy (EN ISO 6520-1) dotyczy niezgodności mogących pojawić się podczas spawania

-zeszyt drugi (EN ISO 6520-2) odnosi się do niezgodności związanych z procesem zgrzewania

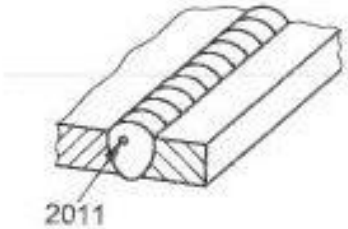
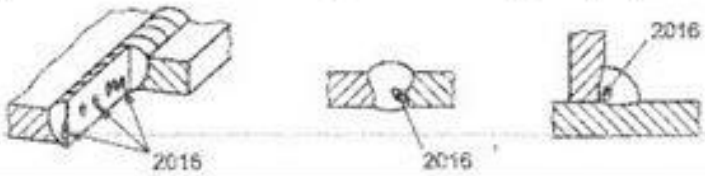
Podział niezgodności spawalniczych wg EN ISO 6520:2009

EN ISO 6520:2009 dzieli niezgodności na sześć grup oznaczonych cyframi od 1 do 6:

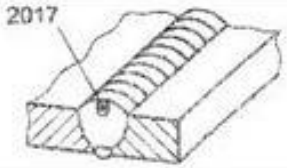
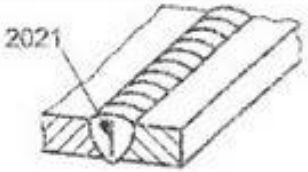
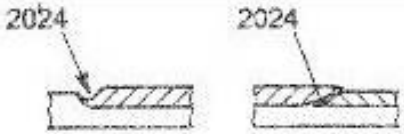
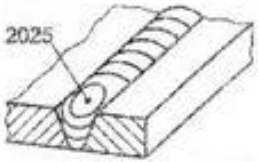
Tab. 1 Grupy niezgodności wg EN ISO 6520:2009 [3]

1	pęknięcia	nieciągłość metalu spoiny lub strefy wpływu ciepła w postaci szczeliny powstałej w wyniku działania naprężeń
2	pustki	przestrzeń w spoinie wypełniona gazem
3	wtrącenia stałe	obce ciała pozostałe w spoinie: żużle, topnik lub obcy metal
4	braki przetopu	brak połączenia pomiędzy spoiną i materiałem podstawowym lub pomiędzy ściegami spoiny
5	niezgodności kształtu	niewłaściwy kształt powierzchni spoiny lub niewłaściwa złącza
6	niezgodności spawalnicze różnorodne	nieujęte w grupach od 1 do 5

Tab. 2 Wybrane niezgodności spawalnicze z grupy 2 wg EN ISO 6520:2009-1 [3]

Nr odniesienia	Określenie i objaśnienie
Grupa nr 2 – Niezgodności spawalnicze - pustki	
200	**pustka**
201	**pustka gazowa** pustka ukształtowana przez zamknięty w niej gaz
2011	**pęcherz gazowy** pustka gazowa zasadniczo o kształcie kulistym 
2016	**pęcherz kanalikowy** pustka w kształcie rury w metalu spoiny spowodowana wydzielonym gazem 

Tab. 2 Wybrane niezgodności spawalnicze z grupy 2 wg EN ISO 6520:2009-1 C.D. [3]

2017	**por powierzchniowy** pęcherz gazowy, który przerywa powierzchnię spoiny 
2018	**porowatość powierzchniowa** porowatość pojawiająca się na powierzchni spoiny; pęcherze gazowe pojedyncze lub wielokrotne, które przerywają powierzchnię spoiny
202	**jama skurczowa** jama spowodowana skurczem podczas krzepnięcia
2021	**jama skurczowa międzydendrytyczna** wydłużona jama skurczowa, która może zawierać gaz uwięziony podczas chłodzenia pomiędzy dendrytami. Tego rodzaju niezgodność spawalnicza jest zwykle usytuowana prostopadle do lica spoiny 
2024	**krater** jama skurczowa na końcu ściegu spoiny, nie usunięta przed wykonywaniem lub podczas wykonywania kolejnych ściegów spoiny 
2025	**zakończenie krateru** otwarty krater z otworem zmniejszającym przekrój poprzeczny spoiny 

Tab. 3
Wybrane niezgodności spawalnicze z grupy 6 wg EN ISO 6520-1 [3]

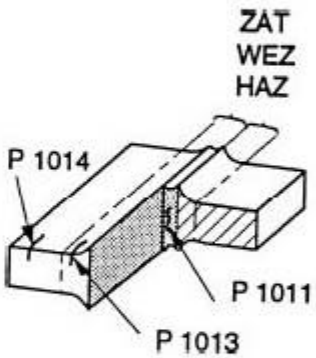
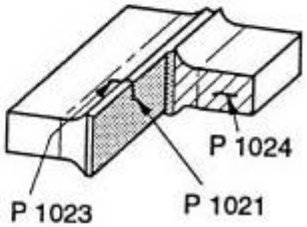
Nr odniesienia	Określenie i objaśnienie
Grupa nr 6 – Niezgodności spawalnicze różnorodne	
600	**niezgodności spawalnicze różnorodne** wszystkie niezgodności spawalnicze, które nie mogą być włączone do grup od 1 do 5
601	**zajarzenie łuku** **łuk błądzący** miejscowe uszkodzenie powierzchni materiału podstawowego przylegające do spoiny wynikające z jarzenia lub zajarzania łuku poza rowkiem złącza
602	**rozprysk** cząstki stopiwa lub spoiwa rozpryskiwane podczas spawania i przyklejające się do powierzchni materiału podstawowego lub skrzepniętego metalu spoiny
603	**naderwanie powierzchni** uszkodzenie powierzchni spowodowane usuwaniem poprzez odłamywanie tymczasowo przyspawanych elementów
604	**ślad szlifowania** miejscowe uszkodzenie z powodu szlifowania
605	**ślad dłutowania** miejscowe uszkodzenie z powodu użycia dłuta lub innych narzędzi
606	**przeszlifowanie** zmniejszenie grubości przedmiotu obrabianego spowodowane nadmiernym szlifowaniem
610	**barwy nalotowe** (widoczna warstewka tlenku) lekko utleniona powierzchnia w strefie spoiny, np. w stalach nierdzewnych
6101	**odbarwienie** widocznie zabarwiona powierzchnia warstwy metalu spoiny i stref wpływu ciepła, spowodowana ciepłem spawaniai/lub niewłaściwą osłona, np. dla tytanu
615	**pozostałość żużla** przywierający żużel, który nie jest wystarczająco usunięty z powierzchni spoiny

Podział niezgodności spawalniczych wg EN ISO 6520:2009-2 - zgrzewanie

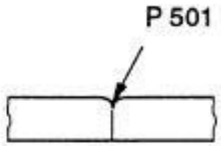
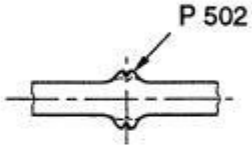
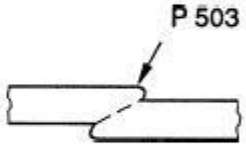
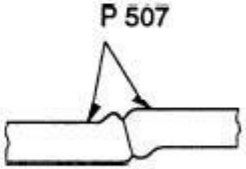
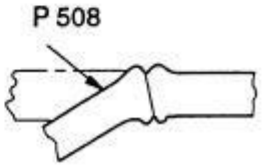
Dla procesu zgrzewania nazwy grup są analogiczne jak dla procesu spawania z użyciem dodatkowej litery „P” przed cyfrą

(np.: grupa P1, P2… itd. zamiast grupy 1, 2...) [4]

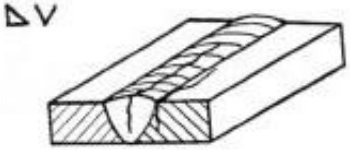
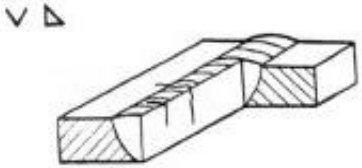
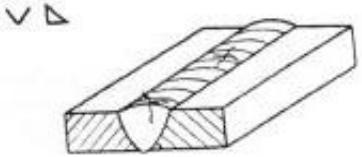
Tab. 4 Niezgodności wg EN ISO 6520-2, które mogą pojawić się podczas zgrzewania. **przykład grupy nr 1 - pęknięcia** [4]

P 100	Crack Fissure Riss	A discontinuity produced by a local rupture which may arise from the effect of cooling or stresses.	
P 1001	Micro-crack Microfissure Mikroriss	A crack usually only visible under a microscope.	
P 101 P 1011 P 1013 P 1014	Longitudinal crack Fissure longitudinale Längsriss	A crack substantially parallel to the axis of the weld. It may be situated: in the weld, in the heat affected zone (HAZ), in the unaffected parent metal.	
P 102 P 1021 P 1023 P 1024	Transverse crack Fissure transversale Querriss	A crack substantially transverse to the axis of the weld. It may be situated: in the weld, in the HAZ, in the unaffected parent metal.	

Tab. 5 Niezgodności wg EN ISO 6520-2, które mogą pojawić się podczas zgrzewania. **przykład z grupy nr 5 - niezgodności kształtu** [4]

P 500	Imperfect shape Forme défectueuse Formabweichung	Deviation from the required joint shape.	
P 501	Undercut Caniveau Kerbe	A groove in the surface due to welding.	
P 502	Excessive upset metal Bourrelet excessif Zu großer Stauchwulst	Upset metal in excess of that specified.	
P 503	Insufficient set-down Ecrasement insuffisant Zu große Nahtüberhöhung	Thickness at weld is excessive as a result of insufficient set-down in mash seam welding.	
P 507	Linear misalignment Défaut d'alignement Kantenversatz	Misalignment between two welded pieces such that whilst their surface planes are parallel they are not at the required level.	
P 508	Angular misalignment Déformation angulaire Winkelversatz	Misalignment between two welded pieces such that their surface planes are not parallel (or at the intended angle).	

Niezgodności wg wycofanej normy EN 26520:1997 (zastąpionej przez EN 6520:2002), przykład z grupy pierwszej:

Grupa Nr 1 - Pęknięcia			
Symbol	Nazwa	Opis	Schemat
Ea	Pęknięcie podłużne	Pęknięcie usytuowane zasadniczo równolegle do osi spoiny	
Eb	Pęknięcie poprzeczne	Pęknięcie usytuowane zasadniczo prostopadle do osi spoiny	
E	Pęknięcie promieniowe	Pęknięcia rozchodzące się promieniście od jednego punktu.	
Ec	Pęknięcie w kraterze		
E	Grupa pęknięć występujących oddzielnie		
E	Pęknięcie rozgałęzione		

Tab. 6

Grupa 1 niezgodności wg EN 26520:1997 [1]

Załącznik instrukcji spawania szyn termitem Id-5 (D-7) - fragment

W instrukcji Id-5 (D-7) w protokole odbiorcznym opis oznaczeń wad opiera się o normę EN 26520:

Opis oznaczeń wad:

A. Prostoliniowość pionowa
- ∧ 0,3 - wypukłość
- ∨ 0,2 - wklęśnięcie
- ⊓ 0,2 - przesunięcie /różnica poziomów powierzchni tocznej/

B. Prostoliniowość pozioma
- < 0,3 - wypukłość
- > 0,2 - wklęśnięcie
- ⊔ 0,3 - przesunięcie /powierzchnie boczne wewnętrzne w różnych płaszczyznach/

* niepotrzebne skreślić

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. Pęknięcia spoiny
- Ea - podłużne
- Eb - poprzeczne
- Ec - promieniowe

E. Wady obróbki
- Pt - powierzchni tocznej
- Pb - powierzchni bocznej
- Ns - nie oczyszczona spoina

Rys. 11 Opis oznaczeń wad złącza spawanego termitem wg Id-5 (D-7) – fragment wzoru nr 1 [9]

Wytyczne zgrzewania szyn w torze – fragment załącznika nr 2

W protokole odbiorcznym dotyczącym zgrzewania, opis oznaczeń wad opiera się o normę EN 26520:

Opis oznaczeń i wad:

A. Prostoliniowość pionowa:
Λ 0,5 – wypukłość
V 0,5 – wklęsłość

0,2 - przesunięcie /różnica poziomów powierzchni tocznej /

B. Prostoliniowość pozioma:
< 0,5 – wypukłość
> 0,5 - wklęsłość
0,3 - przesunięcie /powierzchnie boczne wewnętrzne w różnych płaszczyznach/

C. Wady wykonania:
Db – brak przetopu
Fk – nadmierna wypływka
Bc – wtrącenie obcego metalu /napawanie/

Sc – niewłaściwe oszlifowanie miejsc przylegania szczęk

D. Pęknięcia zgrzeiny:
Ea - podłużne
Eb - poprzeczne
Ec - promieniowe

E. Wady obróbki:
Pt – powierzchnia toczna
Pb – powierzchnia boczna
Nw – nie obcięta wypływka

Rys. 12 Opis oznaczeń wad złącza zgrzewanego rezystancyjnie iskrowo wg fragmentu załącznika nr 2 Wytycznych zgrzewania szyn w torze [11]

Poniżej możemy zobaczyć, że podobne symbole pojawiają się w tabeli opisującej zjawiska pękania w normie obowiązującej EN ISO 6520:2009

Tab. 7 Zjawiska pękania wg EN ISO 6520:2009 [3]

zjawiska pękania	
odniesienie	**określenie i objaśnienie**
E	pękanie spoiny
Ea	pęknięcia gorące
Eb	pęknięcie przy krzepnięciu
Ec	pęknięcie likwacyjne
Ed	pęknięcie wywołane wydzieleniem
Ee	pęknięcie wywołane utwardzeniem
Ef	pęknięcie zimne
Eg	pęknięcie spowodowane obniżoną plastycznością (pęknięcie kruche)
Eh	pęknięcie skurczowe
Ei	pęknięcie spowodowane wodorem
Ej	pęknięcie lamelarne
Ek	pęknięcie metalu na brzegu spoiny
Ei	pęknięcie spowodowane starzeniem (pęknięcie wywołane dyfuzją azotu)

Wady spawalnicze wg Id-5 (D-7) oraz Wytycznych zgrzewania szyn w torze

W instrukcji spawania szyn termitem Id-5 (D-7) znajdziemy zapis [9]:

Spoina termitowa powinna tworzyć jednolite połączenie spawanych końców szyn.

a) brak wtopienia, braki metalu w spoinie w obrębie stopki i szyjki, oraz pęknięcia idące w głąb spoiny są wadami dyskwalifikującymi połączenie

b) pory i pęcherze wychodzące na zewnątrz spoiny, wtrącenia piaskowe i żużlowe są wadami dyskwalifikującymi spoinę, jeżeli:

- w obszarze nadlewu wchodzą w przekrój szyny i ich głębokość jest większa niż 3mm
- ich całkowita powierzchnia przekracza 0,5cm2 w nadlewie stopki lub 2cm2 w nadlewie szyjki i główki szyny

c) kształt nadlewu spoiny niezgodny z zarysem formy jest wadą dyskwalifikującą połączenie

d) braki metalu w spoinie do 1,5cm3 występujące w główce szyny mogą być uzupełnione przez napawanie, jednak w przypadku braku takiej możliwości, złącze powinno być wycięte

W przypadku zgrzewania rezystancyjnego elektrycznego, wymiary graniczne niezgodności są zamieszczone w zeszycie - Wytyczne zgrzewania szyn w torze, gdzie oprócz wymogów prostoliniowości zgrzeina powinna spełniać pewne wymagania odnośnie wad.

Brak przetopu, przebarwienia występujące na styku szczęk głowicy zgrzewającej z szyną, widoczne pęknięcia spowodowane naprężeniami termicznymi są wadami dyskwalifikującymi zgrzeinę.[11]

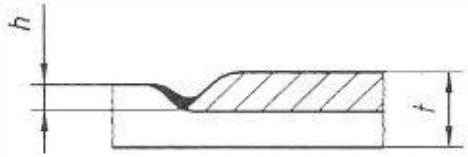
Poziomy jakości wg EN ISO 5817:2014

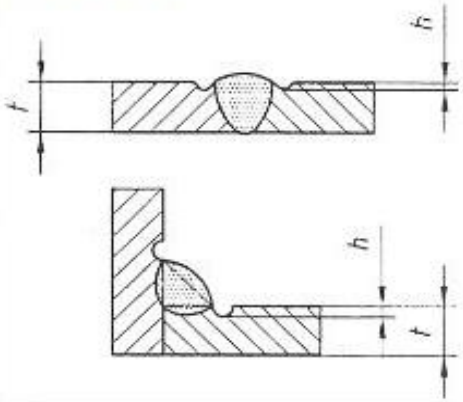
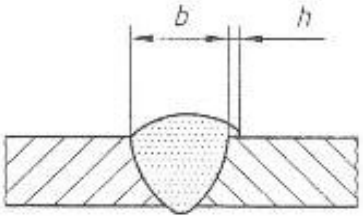
W normie EN ISO 5817 „Spawanie -- Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) – Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych”, zostały określone trzy poziomy jakości oznaczone literami:

- poziom B - oznacza wymagania ostre
- poziom C - oznacza wymagania średnie
- poziom D - oznacza wymagania łagodne

W celu określenia poziomów jakości B, C, D określono graniczne wymiary niezgodności zawartych w normie EN ISO 6520-1:

Tab. 8 Określanie poziomów jakości złączy spawanych według znowelizowanej normy EN 25 817 [5], wybrane fragmenty.

Nr według EN ISO 5817	Nr odniesienia wg EN ISO 6520-1	Nazwa niezgodności	Uwagi	t mm	Wymiary graniczne niezgodności spawalniczych dla poziomów jakości		
					D	C	B
1.4	2025	otwarte wgłębienie w kraterze		0,5 do 3	h ≤ 0,2 t	nie dopuszczalne	nie dopuszczalne
				> 3	h ≤ 0,2 t, max. 2 mm	h ≤ 0,1 t, max. 1 mm	nie dopuszczalne
1.3	2017	por	Maksymalny wymiar pojedynczego pora dla: - spoin czołowych - spoin pachwinowych	0,5 do 3	d ≤ 0,3 s d ≤ 0,3 a	nie dopuszczalne	nie dopuszczalne
			Maksymalny wymiar pojedynczego pora dla: - spoin czołowych - spoin pachwinowych	> 3	d ≤ 0,3 s, max. 3 mm d ≤ 0,3 a, max. 3 mm	d ≤ 0,2 s, max. 2 mm d ≤ 0,2 a, max. 2 mm	nie dopuszczalne

Nr według EN ISO 5817	Nr odniesienia wg EN ISO 6520-1	Nazwa niezgodności	Uwagi	t mm	Wymiary graniczne niezgodności spawalniczych dla poziomów jakości		
					D	C	B
1.7	5011 5012	podtopienia ciągłe podtopienia przerywane	Wymagane jest łagodne przejście. Nie można traktować jako niezgodność systematyczną.  	-	**według EN 25817**		
					h ≤ 1,5 mm	h ≤ 1,0 mm	h ≤ 0,5 mm
				-	**według EN ISO 5817**		
				0,5 do 3	krótka niezgodność h ≤ 0,2 t,	krótka niezgodność h ≤ 0,1 t,	nie dopuszczalne
				> 3	h ≤ 0,2 t, max. 1 mm	h ≤ 0,1 t, max. 0,5 mm	h ≤ 0,05 t, max. 0,5 mm
1.13	506	nawis	 	-	**według EN 25817**		
					niezgodności krótkie dopuszcza się	nie dopuszczalne	nie dopuszczalne
				≥ 0,5	**według EN ISO 5817**		
					h ≤ 0,2 b	nie dopuszczalne	nie dopuszczalne

Zakres stosowania EN ISO 5817

Norma nie uwzględnia aspektów metalurgicznych i ich konsekwencji takich jak rozrost wielkości ziarn i wzrost twardości i jest stosowana przy ocenie jakości wykonania połączenia metodami [2] :

11 - spawanie łukowe elektrodą metalową bez osłony gazowej
12 - spawanie łukiem krytym
13 - spawanie łukowe elektrodą topliwą w osłonie gazu
14 - spawanie łukowe elektrodą nietopliwą wolframową w osłonie gazu
15 - spawanie plazmowe
31 - spawanie gazowo – tlenowe

Zakres stosowania EN ISO 5817

Normę można zastosować w celu określenia poziomów jakości połączeń spawanych elementów nawierzchni kolejowej metodą elektryczną łukową, prac regeneracyjnych i dla potrzeb szkolenia i kwalifikowania personelu spawalniczego.
Możliwe jest przyjęcie części normy PN - EN ISO 5817, podobnie wybiórczo, jak w przypadku wytwarzania (spawania) kotłów, co zostało przedstawione na tablicy nr 9.

Tab. 9 Norma EN12952-5 Kotły wodnorurowe i urządzenia pomocnicze –Część 5: Wytwarzanie i budowa części ciśnieniowych kotłów.[8]

Oznaczenie niezgodności			Wartość dopuszczalna maksymalna	
Nr grupy EN 6520	Nr niezgodności EN 6520	Rodzaj niezgodności	Poziom PN-EN ISO 5817 [a]	Definicja dopuszczalnej maksymalnej wartości
1	100	Pęknięcia (wszystkie)	B	Niedopuszczalne
2	200	Pustki gazowe (wszystkie)	S	Jeżeli pojawiają się na powierzchni: – średnica 2 mm, z dodatkowym warunkiem, że: – niedopuszczalne w miejscach zatrzymania i ponownego rozpoczęcia spawania
3	301X 302X 3031 304X	Wtrącenia żużla (wszystkie) Wtrącenia topnika (wszystkie) Wtrącenia tlenków (wszystkie) Wtrącenia metaliczne (wszystkie)	S	Niedopuszczalne, gdy pojawiają się na powierzchni (powinny być usunięte, np. przez zeszlifowanie). Miejscowych warstw tlenków powstałych przy spawaniu metodą TIG lub MIG nie definiuje się jako wtrąceń i są dopuszczalne
4	401X	Brak wtopienia (wszystkie)	B	Niedopuszczalne w złączach spawanych łukowych,
5	5011 5012	Podtopienie	B	Głębokość < 0,5 mm (niezależnie od długości); wymagane jest łagodne przejście
5	503	Nadmierna wypukłość spoiny	S	Kształt złącza nie może być bardziej wypukły niż 30°;
5	507	Przesunięcie brzegów	S	$A < 2$ mm
5	508	Odkształcenie kątowe	S	$A < 3$ mm
5	510	Przepalenie	S	Niedopuszczalne. Wymagana grubość ścianki nieprzetopiona: > 2 mm;
5	517	Niewłaściwe ponowne rozpoczęcie spawania	B	Niedopuszczalne
6	601	Ślad zajarzenia	S	Niedopuszczalny. Wymagane jest przeszlifowanie i badanie penetracyjne (PT) lub badanie magnetyczno-proszkowe (MT) w celu stwierdzenia, że nie pozostały pęknięcia
6	602	Rozprysk	S	Należy zwykle usunąć; dopuszcza się jednak sporadyczne rozpryski
6	604	Ślady szlifowania	S	Niedopuszczalne. Powinny być wygładzone przez przeszlifowanie; wymagane jest łagodne przejście
6	605	Ślady dłutowania	S	Niedopuszczalne. Powinny być wygładzone przez przeszlifowanie; wymagane jest łagodne przejście
6	606	Podszlifowanie	S	Niedopuszczalne; wymagana jest minimalna obliczeniowa grubość ścianki

[a] Wymagania normy uzupełniono, uwzględniając doświadczenia europejskiego przemysłu kotłowego. Tam, gdzie są takie informacje, w tablicy wstawiono identyfikator literowy S.

Egzaminowanie personelu spawalniczego metody 11 oraz napawania wg EN ISO 9606, a poziomy jakości wg EN ISO 5817

Wiele państw europejskich nie posiada zharmonizowanego systemu szkolenia dla personelu spawalniczego na kolei, a obecna norma EN 15594:2009 Kolejnictwo -- Tor -- Regeneracja szyn spawaniem łukiem elektrycznym - nie precyzuje kompetencji personelu spawalniczego.

System Railsafe 2 stworzony przez European Rail Organisation pod egidą European Welding Federation (EWF), określa minimalne wymagania dla szkolenia, egzaminowania, kwalifikowania i certyfikacji dla napawaczy oraz dla spawaczy szyn procesami elektrycznymi (łukowymi) w pkt 6.2.2 dokumentu egzaminowanie powinno odbyć sie zgodnie z normą EN 287-1 (odpowiednik aktualnej normy EN ISO 9606-1 Egzamin kwalifikacyjny spawaczy -- Spawanie -- Część 1: Stale) na ile to możliwe.[12]

Egzaminowanie personelu spawalniczego metody 11 oraz napawania wg EN ISO 9606, a poziomy jakości wg EN ISO 5817

Wg normy EN ISO 9606-1 wymagania dotyczące poziomu akceptacji niezgodności spawalniczych wykrytych powinny, chyba że określono inaczej, być ocenione zgodnie z normą EN ISO 5817. Spawacz uzyskuje uprawnienia, jeśli niezgodności spawalnicze mieszczą się na poziomie jakości B według normy EN ISO 5817, z wyjątkiem następujących niezgodności spawalniczych: nadlewu spoiny, nadmiernej grubości spoiny pachwinowej, wycieku, niewłaściwego brzegu spoiny i podtopień, dla których należy zastosować poziom jakości C. [10]

PODSUMOWANIE

Niezgodności spawalnicze wg EN ISO 6520 - zeszyt 1,2 (wybiórczo) można wykorzystać przy ocenie jakości wykonania połączenia, a także w trakcie egzaminowania personelu spawalniczego w procesie:

- napawania łukowego elektrodą otuloną (MMA)
- napawania łukowego samoosłonowym drutem proszkowym (FCAW)
- spawania łukowego elektrodą otuloną (MMA)
- spawania aluminotermicznego
- inne metody spajania elementów np. w rozjezdzie (np. płyty, koziołki), także przy określaniu niezgodności w naprawianych odlewach manganowych typu insert u producenta

- zgrzewania oporowego iskrowego (stacjonarne i torowe zgrzewarki)

Poziomy jakości wg EN ISO 5817 można (wybiórczo) wykorzystać przy ocenie jakości prac regeneracyjnych elementów nawierzchni kolejowej, spawaniu szyn metodą elektryczną łukową.

LITERATURA

[1] EN 26520:1997 Klasyfikacja niezgodności spawalniczych w złączach spawanych metali wraz z objaśnieniami

[2] EN ISO 5817: 2014-5E: Spawanie - Złącza spawane ze stali,niklu,tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką). Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych.

[3] EN ISO 6520-1:2009 Spawanie i procesy pokrewne. Klasyfikacja geometrycznych niezgodności spawalniczych w metalach. Część 1: Spawanie

[4] EN ISO 6520-2:2009 Spawanie i procesy pokrewne. geometrycznych niezgodności spawalniczych w metalach. Część 2: Zgrzewanie

[5] Kurpisz B.: Określanie poziomów jakości złączy spawanych według znowelizowanej normy EN 25 817

[6] Katalog wad w szynach UIC Kody liczbowe – część dotycząca połączeń spajanych oraz lokalizacja wad.

LITERATURA

[7] Łomozik M. :
Metaloznawstwo i badania metalograficzne połączeń spawanych – wydanie II, 2011r. s.150 pt.„Ocena jakości złączy spawanych wg niezgodności spawalniczych w oparciu o normy”

[8] EN 12952-5 Kotły wodnorurowe i urządzenia pomocnicze – Część 5: Wytwarzanie i budowa części ciśnieniowych kotłów.

[9] Instrukcja spawania szyn termitem Id-5 (D-7) 2005 – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

[10] EN ISO 9606-1:2014 Egzamin kwalifikacyjny spawaczy -- Spawanie – Część 1: Stale

[11] Wytyczne zgrzewania szyn w torze – załącznik nr 2 CION2-513-9/99

Internet

[12] Rules for the implementation of RAILSAFE Guide lines for the education, examination, qualification and certification of European railway track welding and related personnel RAILSAFE2/RULES/PU/EWF/TR/090727/4