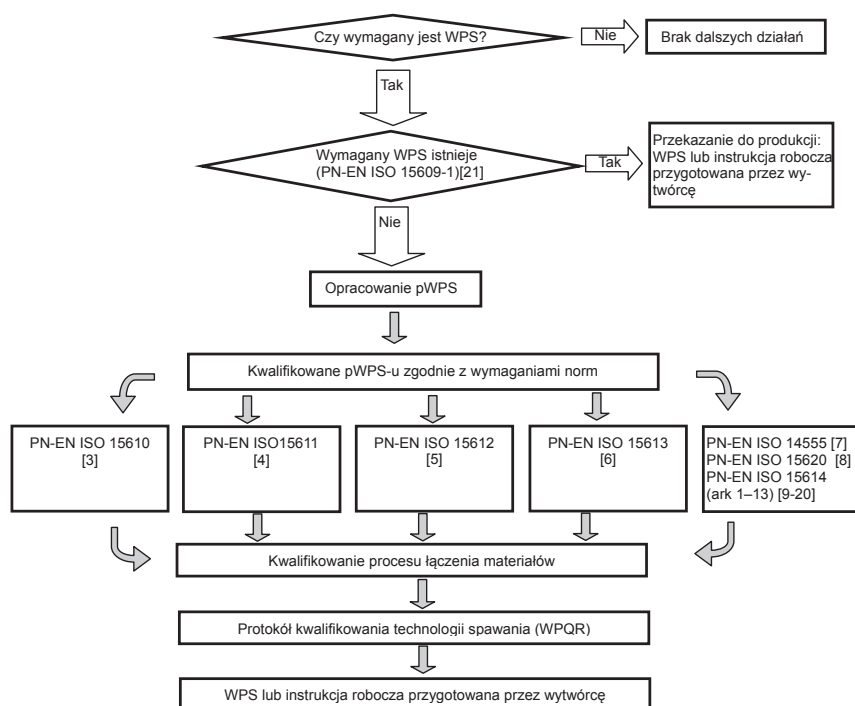


Jakość technologii spawania

Dr inż. Piotr Sędek, Instytut Spawalnictwa, Gliwice

Proces spawania, wg systemów zarządzania jakością oraz norm budowlanych uznany jest jako proces specjalny. Konsekwencją tego jest konieczność zakwalifikowania go, czyli udowodnienia przez wykonawcę swoich możliwości technicznych. W artykule przedstawiono zagadnienie kwalifikowania technologii spawalniczych wg aktualnie obowiązujących norm.

Połączenia w konstrukcjach budowlanych to kategoria, od której zależą właściwości eksploatacyjne obiektu oraz jego bezpieczeństwo. Występujące połączenia spawane muszą więc spełniać wysokie wymagania techniczne. Wymagania te zestawiono w aktualnie obowiązującej normie PN-B-06200:2002 [1]. Jednym z ważniejszych wymagań co do wykonywania spawania jest procedura kwalifikowania, czyli uznania technologii. Kwalifikowanie technologii stanowi dowód na to, że dany proces spawalniczy w danym przedsiębiorstwie zostanie wykonany przy spełnieniu wszystkich wymagań technicznych i jakościowych. Pojęcie „kwalifikowanie technologii” ma swoje podstawy. Procesy łączenia metali (spawalnicze) wg PN-B-06200 są zakwalifikowane jako procesy specjalne. Według norm ISO proces specjalny zdefiniowany jest jako proces, którego wynik nie może być w pełni sprawdzony przez późniejszą kontrolę i badanie wyrobu i gdzie nieprawidłowości jego przebiegu mogą się ujawnić w czasie stosowania wyrobu (konstrukcji). Jakość wyrobu może być zatem zapewniona właściwym procesem technologicznym rozumianym w szerszym zakresie, a mianowicie: organizacją produkcji, jakością materiałów,



Rys. 1. Schemat procesu kwalifikowania technologii łączenia materiałów

odpowiednim procesem technologicznym oraz sprzętem, kwalifikacjami personelu biorącego udział w wytwarzaniu i kontrolą jakości na każdym etapie produkcji. Zabezpieczenie odpowiedniego poziomu jakości zagwarantowane będzie zrealizowaniem wielu przedsięwzięć w sferze organizacyjnej i technicznej, które można zestawzić w czterech podstawowych grupach [31]:

- organizacja systemu zabezpieczenia jakości (SZJ);
- personel;
- technologia;
- kontrola.

Przez pojęcie jakości technologii należy zatem rozumieć spełnienie wymagań co do przygotowania, wykonania i kontroli wszystkich materiałów, sprzętu oraz procesów, w wyniku których powstaje procedura technologiczna okre-

ślona postanowieniami odpowiedniej normy technicznej. Zasady przygotowania technologii w ramach kwalifikowania określone są w normie PN-EN ISO 15607 [2]. Na rysunku 1 pokazano schemat, wg którego powinno się realizować proces kwalifikacyjny. W zależności od rodzaju konstrukcji, rodzaju materiału i możliwości technologicznych wytwórcy proces kwalifikowania można realizować wg różnych procedur [3–20]. Podstawowym dokumentem technologicznym jest instrukcja technologiczna spawania o przyjętej z języka angielskiego nazwie WPS (Welding Procedure Specification) [21]. W dokumencie tym zestawione muszą być wszystkie niezbędne informacje wymagane do wykonania spoiny. Przykład takiego dokumentu pokazano na rysunku 2. Instrukcja (WPS) może

pWPS odpowiadającego wymaganiom norm oraz odpowiednie udokumentowania uzyskanego doświadczenia. Dokumentacja ta powinna zawierać dokumenty kontroli (badań niszczących i nieniszczących), prób szczelności lub ciśnieniowych oraz innych, podczas których sprawdza się jakość i wytrzymałość wyrobu i połączeń spawanych. Dokumentami poświadczającymi produkcję spawalniczą może być wykaz produkcji lub obiektów wykonanych w okresie 1 roku, w ciągu określonego czasu lub dokumenty rewizyjne poświadczające odpowiednią jakość połączeń spawanych w konstrukcjach będących w eksploatacji. Dokumenty te powinny być załączone do protokołu WPQR. Za określony czas uważa się 5 lat, o ile w normach wyrobu lub innych specyfikacjach nie podano inaczej. Istotnym elementem procedury kwalifikacyjnej może być wizytacja wykonanych przez wytwórcę obiektów lub oględziny wyrobów po okresie eksploatacji. Wizytacja lub oględziny powinny odbyć się po upływie okresu gwarancyjnego. Zakwalifikowana w ten sposób technologia jest ważna ściśle w odniesieniu do produkcji spawalniczej, która była sprawdzana przez inspekcję. Należy dodać, że nie wymaga się w tym przypadku wykonania i badania płyt próbnych. Norma PN-EN ISO 15612 [5] określa warunki kwalifikowania technologii na podstawie przyjęcia standardowej technologii spawania. Jednostka posiadająca technologię wg odpowiedniej części PN-EN ISO 15614, a więc na podstawie pełnych badań technologii, może odstąpić innej jednostce tę kwalifikację jako tzw. technologię standardową. Są jednak ograniczenia i uwarunkowania. Stosowanie kwalifikowania na podstawie technologii standardowej może być odniesione tylko do wybranych grup stali. Warunkiem zakwalifikowania technologii standardowej jest odpowiednie przygotowanie

Jednostka egzaminująca (nazwa, logo)		Strona 1/4
<p align="center">Protokół kwalifikacji technologii spawania (WPAR) nr KJ/12/00 <i>Welding Procedure Approval Record (WPAR)</i> I. Kwalifikacja technologii spawania – Świadcstwo badań <i>Welding procedure approval – Test certificate</i></p>		
1. Technologia spawania stosowana przez wytwórcę <i>Manufacturer's Welding Procedure</i> PWPS nr ZS/M/12/00	2. Jednostka egzaminująca: (Nazwa) <i>Examiner/test body</i>	
3. Wytwórca: CHEMOAPARAT S.A. <i>Manufacturer</i>	4. Adres: <i>Address</i>	
5. Norma dotycząca badań: PN-EN 288-3 <i>Code/Testing standard</i>	6. Data spawania: 14.06.2000 <i>Date of welding</i>	
Zakres kwalifikacji. <i>Extent of approval</i>		
7. Proces spawania: 135 <i>Welding process</i>	8. Rodzaj złącza: doczołowe <i>Joint type: butt weld</i>	
9. Materiał podstawowy: S355J2G3 - EN 10025 <i>Parent metal:</i>		
10. Rodzaj spoiwa: PN-EN 440 - G3Si1 <i>Filler metal type/standard</i>	11. Grubość materiału podstawowego (mm): 12 <i>Parent metal thickness</i>	
12. Rodzaj gazu osłonowego: PN-EN 439 - M21 - <i>Shielding gas/standard</i>	13. Rodzaj prądu spawania: DC + <i>Welding current:</i>	
14. Pozycja spawania: PA <i>Welding position</i>	15. Podgrzewanie wstępne: nie stosowane <i>Preheat: no applied</i>	
16. Inne informacje: – <i>Other informations</i>		
17. Niniejszym stwierdza się, że złącze próbne spawano i badano zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 288-3 i uzyskano wynik pozytywny. <i>This is certified that test joint was prepared, welded and tested satisfactorily in accordance with the requirements of the code testing standard indicated above.</i>		
18. Miejscowość <i>Location</i>	19. Data wydania <i>Date of issue</i>	20. Egzaminator lub jednostka egzaminacyjna <i>Examiner / test body</i> (Nazwa)
Tychy	03.07.2000 r.	Jan Kowalski, EWE

Rys. 3. Protokół kwalifikacji technologii (WPQR), strona 1

jednostki i jej personelu. Personel nadzoru spawalniczego musi posiadać kwalifikacje wg PN-EN ISO 14731:2008 [30], a zakład powinien posiadać odpowiedni system zarządzania jakością wg PN-EN ISO 3834 [26 – 29]. Technologie standardowe mogą stosować spawacze mający odpowiednie uprawnienia wg PN-EN 287 pokrywające zakres kwalifikacji przedmiotowej technologii standardowej. Dokumentacja przekazanej technologii standardowej powinna obejmować protokół kwalifikacji WPQR wraz z WPS-ami, z wykazaniem jednostki pierwotnej (w której dokonano kwalifikacji wg pełnych badań) oraz jednostki egzaminującej. Instrukcja WPS po podpisaniu i zatwierdzeniu przez egzaminatora lub jednostkę egzaminującą staje się technologią do stosowania. Wszelkie zmiany mogą być

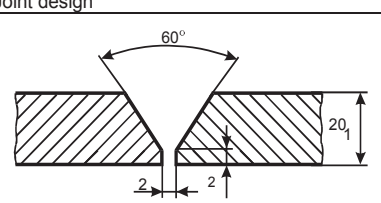
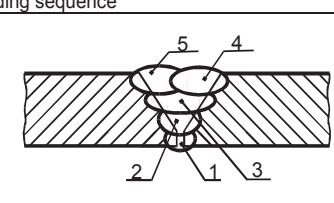
wprowadzone jedynie przez egzaminatora lub jednostkę badającą. Nie ma ograniczeń w czasie dla ważności standardowej technologii spawania. Egzaminator może w ramach swoich czynności nakazać zespawanie elementu próbnego i wykonać na nim badania wizualne lub inne nieniszczące wg swojego uznania. Norma PN-EN ISO 15613:2006 [13] określa warunki kwalifikowania technologii na podstawie przedprodukcyjnego badania technologii spawania lub zgrzewania. W praktyce produkcyjnej stosowane są prace spawalnicze, które nie mają w pełni odniesienia do kształtu i wymiarów elementów próbnych wg danego arkusza normy PN-EN ISO 15614, ponieważ nie zawsze istnieje możliwość przeprowadzenia badań wg jej pełnego zakresu, a ze względu na znaczenie wężła spawanego, istnieje

konieczność przeprowadzenia badań w celu potwierdzenia możliwości technologicznych wytwórcy. W takim przypadku należy przygotować jeden lub więcej elementów próbnych, które w miarę możliwości odzwierciedlą kształt i wymiary elementu rzeczywistego (produkcyjnego). Ważne będzie zapewnienie warunków wykonania elementu produkcyjnego, takich jak: utwierdzenia, wpływu nagrzewania, utrudnionego dostępu itp. Kształt, wymiary, warunki przeprowadzenia prac oraz

zakres koniecznych badań muszą być uzgodnione z egzaminatorem. Mogą one wynikać również z wymagań dotyczących wyrobu. Warunki odbioru powinny wynikać z normy wyrobu lub specyfikacji projektowej. Procedura kwalifikacyjna wymaga sporządzenia przez wytwórcę pWPS, z uwzględnieniem wszystkich występujących parametrów. Jeśli warunki produkcyjne wymagają stosowania oprzyrządowania, to elementy próbne powinny być wykonywane w tych samych warunkach. Zakres

badań powinien w zasadzie odpowiadać zakresowi wg odpowiedniego arkusza PN-EN ISO 15614. Nie zawsze jest to możliwe do zrealizowania. Możliwe mogą być też badania uzupełniające. Można zastosować badania dodatkowe, np.: badania odporności na korozję, badania ścieralności, badania erozji złącza pod wpływem różnych czynników itp.

Kwalifikacja technologii dotyczy tylko złącza lub powierzchni napawanej danego wyrobu. Zakres kwalifikacji dotyczący grubości można odnosić do każdego elementu złącza, jak również do grubości spoiny. W zależności od warunków można ustalić zakresy grubości zarówno dla spoin, jak i dla powierzchni napawanych. Zakres ten będzie wynikać z parametrów spawalniczych i musi gwarantować wymagane właściwości spoin lub napoin. W celu udowodnienia tego, powinno się wykonać całą serię elementów próbnych, w których zastosowano by różne parametry i dla różnych grubości. Kwalifikowanie technologii wg PN-EN ISO 15613 dotyczy danego wytwórcy, dla którego je zrealizowano. Muszą być zachowane warunki technologiczne i warunki kontroli, takie jak przy realizowaniu procedury kwalifikacyjnej, o ile specyfikacja wyrobu nie stanowi inaczej. Ważność kwalifikacji jest na czas nieokreślony, chyba że uzgodniono inaczej. Procedura kwalifikacyjna powinna być udokumentowana za pomocą WPQR. Norma PN-EN ISO 15614-1 [9] ustala warunki kwalifikowania technologii spawania na podstawie badania technologii. Kwalifikowanie technologii spawania może być realizowane na podstawie wielu norm [9-20]. Stanowi ono najbardziej złożoną procedurę polegającą na przeprowadzeniu pełnego badania technologii, która obejmuje ustalenie warunków i techniki spawania oraz badanie właściwości złącza i spoiny. Jest zatem procedurą najkosztowniejszą, ale również naj-

Protokół kwalifikacji technologii spawania WPAR nr KJ/12/00		Strona 2/4	
II. Szczegóły dotyczące złącza próbnego Details of test joint			
1. Miejscowość: Tychy <i>Location</i>		2. Jednostka inspekcyjna: (Nazwa) <i>Examiner/ test body</i>	
3. Technologia spawania stosowana przez wytwórcę: <i>Manufacturer's welding procedure</i> PWPS nr KJ/M/12/00		4. Sposób przygotowania oraz czyszczenia: szlifowanie rowka i obszaru spoiny <i>Method of preparation and cleaning:</i> <i>Grinding of groove and joint area</i>	
5. Wytwórca: CHEMOAPARAT S.A. <i>Manufacturer</i>		6. Specyfikacja materiału podstawowego: S355J2G3 - EN 10025 <i>Parent material specification:</i>	
7. WPAR nr: KJ/12/00 <i>WPAR no.:</i>		8. Imię i nazwisko spawacza: Jan Cieślak <i>Welder's name</i>	
9. Proces spawania: 135 <i>Welding process:</i>		10. Grubość materiału (mm): 12 <i>Material thickness (mm)</i>	
11. Rodzaj złącza: - doczołowe <i>Joint type: butt weld</i>		12. Pozycja spawania: PA <i>Welding position</i>	
13. Szczegóły przygotowania do spawania (schemat) <i>Weld preparation details (sketch)</i>			
Rysunek złącza <i>Joint design</i>		Kolejność spawania <i>Welding sequence</i>	
			
14. Szczegóły dotyczące spawania <i>Welding details:</i>			
<i>Ścieg</i> <i>Run</i>	<i>Proces</i> <i>Process</i>	<i>Wymiar spoiwa</i> <i>Size of filler metal</i> [mm]	<i>Natężenie prądu</i> <i>Current</i> [A]
		<i>Napięcie łuku</i> <i>Voltage</i> [V]	<i>Rodzaj prądu</i> <i>biegunowość</i> <i>Type of current/polarity</i>
		<i>Prędkość podawania</i> <i>Wire feed speed</i> [m/min]	<i>Prędkość spawania</i> <i>Travel speed</i> [cm/min]
1	135	1,2	136
2-3	135	1,2	220
4-5	135	1,2	250
			18,5
			27
			30
			DC/+
			DC/+
			DC/+
			3,3
			6,9
			7,8
			30
			38
			40
15. Inne informacje: <i>Other information:</i>			
16. Klasyfikacja spoiwa i nazwa handlowa: PN-EN 440 - G3 S1 / IMT2 <i>Filler metal classification and trade name</i>			
17. Przepływ gazu (l/min): 12-15 <i>Shielding gas flow rate</i>		18. Wylot elektrody (mm): 10-15 <i>Stand off distance (mm)</i>	
19. Temperatura podgrzewania wstępnego: nie stosowane <i>Preheat temperature: no applied</i>		20. Temperatura międzyściegowa: 200°C <i>Interpass temperature</i>	
21. Szczegóły zlobienia/podkładek: spawanie jednostronne bez podkładki <i>Details of gouging/backing</i> ss nb			
22. Wytwórca: CHEMOAPARAT S.A. <i>Manufacturer:</i>		23. Egzaminator lub jednostka egzaminująca <i>Examiner / test body</i>	
(data i podpis) 14.06.2000 <i>date and signature</i>		mgr inż. Jan Kowalski - (Nazwa)	

Rys. 4. Szczegóły wykonania złącza próbnego (WPQR), strona 2

Tabela 1. Grupy materiałowe stali

Grupa	Rodzaj stali	Podgrupa	Norma/Przykładowe gatunki
1	$R_{\text{eH}} \leq 460 \text{ MPa}$, $C \leq 0,25\%$, $Si \leq 0,6\%$, $Mn \leq 1,8\%$, $Mo \leq 0,7\%$, $S \leq 0,045\%$, $P \leq 0,045\%$, $Ni \leq 0,5\%$, $Cu \leq 0,4\%$, $Cr \leq 0,3\%$, $Nb \leq 0,06\%$, $Ti \leq 0,05\%$	1.1	PN-EN 10025-2/ S235, PN-EN 10025-3/S275N, PN-EN 10025-4/S275M
		1.2	PN-EN 10025-2/ S355, PN-EN 10025-3/S355N, PN-EN 10025-4/S355M
		1.3	PN-EN 10025-3/ S420N
		1.4	PN-EN 10025-5/ S235W
2	Drobnoziarniste po obróbce termomechanicznej $R_{\text{eH}} > 360 \text{ MPa}$	2.1	PN-EN 10025-4/ S420M, S460M, PN-EN 10028-5/ P420M
		2.2	PN-EN 10149-2/ S550MC
3	Ulepszone cieplnie i utwardzane wydzieleniowo z wyjątkiem nierdzewnych	3.1	PN-EN 10025-6/ S460Q, S620Q, PN-EN 10028-6/ P460Q, P500Q
		3.2	PN-EN 10025-6/ S890Q, S960Q
		3.3	PN-EN 10137-3/ S500A
4	Stale niskowanadowe Cr-Mo-(Ni) $Mo \leq 0,7\%$, $V \leq 0,1\%$	4.1	$Cr \leq 0,3\%$, $Ni \leq 0,7\%$
		4.2	$Cr \leq 0,7\%$, $Ni \leq 1,5\%$
5	Stale Cr-Mo bezwanadowe $C \leq 0,35\%$	5.1	PN-EN 10028-2/ 13CrMo4-5, PN-EN 10216-2/ 10CrMo5-5
		5.2	PN-EN 10028-2/ 10CrMo9-10, PN-EN 10216-2/ 10CrMo9-10
		5.3	PN-EN 10216-2/ X11CrMo5+L
		5.4	PN-EN 10216-2/ X11CrMo9-1+L
6	Stale wysokowanadowe Cr-Mo-(Ni)	6.1	PN-EN 10213-2/ G12CrV5-2, PN-EN 10216-2/14MoV6-3
		6.2	PN-EN 10213-2/ G17CrMoV5-10
		6.3	$0,3\% < Cr \leq 7,0\%$, $Mo \leq 0,7\%$, $V \leq 0,35\%$
		6.4	PN-EN 10216-2/ X10CrMoVNb9-1, PN-EN10213-2/ GX23CrMoV12-1
7	Stale ferrytyczne, martenzytyczne i utwardzane wydzieleniowo $C \leq 0,35\%$, $10,5\% \leq Cr \leq 30\%$	7.1	PN-EN 10088:1:2005 Tab. 1/ X2CrNi12
		7.2	PN-EN 10028-7/ X3CrNiMo13-4, PN-EN 10213-2/ GX8CrNi12
		7.3	Stale utwardzane wydzieleniowo
8	Stale austenityczne $Ni \leq 31\%$	8.1	PN-EN 10222-5/X2CrNiCu19-10, X2CrNi18-9
		8.2	PN-EN 10088-1:2005 Tab. 3/ X1CrNi25-21
		8.3	PN-EN 10088:2005 Tab. /3X12CrMnNiN17-7-5
9	Stale niklowe, $Ni \leq 10\%$	9.1	PN-EN 10028-4/ 11MnNi5-3, PN-EN 10222-3/ 13MnNi6-3
		9.2	PN-EN 10028-4/ 12Ni14, PN-EN 10213-3, G17NiCrMo13-6
		9.3	PN-EN 10028-4/X8Ni9, X7Ni9
10	Stale ferrytyczno austenityczne DUPLEX	10.1	PN-EN 10222-5/ X2CrNiMo22-5-3
		10.2	PN-EN 10222-5/ X2CrNiMoN25-7-4
11	Stale spoza grup 1-10 $0,25\% < C \leq 0,5\%$	11.1	$0,25\% < Cr \leq 0,35\%$
		11.2	$0,35\% < Cr \leq 0,5\%$
		11.3	$0,5\% < Cr \leq 0,85\%$

bardziej wiarygodnym sposobem udowodnienia możliwości wykonawcy. Stosowanie kosztownych procedur powinno być uzasadnione i przemyślane. Kwalifikowanie na podstawie badań technologii powinno być realizowane dla połączeń spawanych w konstrukcjach klasy I [1]. Opracowanie technologii następuje u wytwórcy (pWPS), w zależności od potrzeb zamówienia, wyposażenia i profilu produkcji. Liczba i rodzaj elementów próbných określona jest potrzebami kwalifikacji, które obejmują: grupę materiałową, rodzaj procesu spawania, rodzaj złącza, grubość łączonych elementów, rodzaj i gatunek materiałów dodatkowych, pozycję spawania, rodzaj prądu, rodzaj obróbki cieplnej.

Wyniki badań muszą być dokumentowane w protokołach WPQR i tylko one są podstawą do zakwalifikowania technologii. Na rysunkach 3-6 pokazano przykładowy WPQR.


Jak widać, kwalifikowanie technologii na podstawie badań jest kosztowne, zatem niezwykle ważne jest właściwe określenie tzw. zakresu kwalifikacji. Zakres ten dotyczy: materiałów – badania jednego gatunku materiału pozwalają na stosowanie technologii dla określonych innych gatunków o odpowiednim podobieństwie metalurgicznym; wymiarów, a w szczególności grubości i średnic; metod spawania; pozycji spawania; rodzaju spoiny; gatunku materiału dodatkowego i innych.

Podobieństwo metalurgiczne materiałów podstawowych i dodatkowych, podobieństwo technik spawalniczych oraz zróżnicowany stopień trudności spawania (pozycje spawania) pozwalają na znaczne nieraz rozszerzenie kwalifikacji. Wyrażając to najprościej: wykonując badania kwalifikacyjne dla określonych zmiennych pojawiają się możliwości ich rozszerzenia tworząc tzw. zakres kwalifikacji. Stale konstrukcyjne, w zależności od swoich właściwości spawalniczych, zostały uszeregowane w tzw. grupy materiałowe. W tabeli 1 przedstawiono sposób podziału stali.

Kwalifikowanie technologii wg PN-EN ISO 15614-1 przeprowadza się na ściśle określonych ele-

Tabela 2. Kształt i wymiary złączy próbnych oraz zestawienie wymaganych badań

Szkic elementu próbnego	Symbole	Rodzaj i zakres badań	Uwagi dodatkowe
<p>Spoina czołowa Przygotowanie brzegów wg pWPS</p>	<p>a = min 150 b = min 350 O – odpad min 25 T – pomiar twardości M – badania makroskopowe R – próba rozciągania G – próba zginania U – próba udarności D – średnica zewn. t – grubość ścianki UT – badania ultradźwiękowe RT badania radiograficzne MT – badania magnetyczno-proszkowe PT – badania penetracyjne</p> <p><u>Typowe przykłady pomiarów twardości</u></p>	<p>VT/100% RT lub UT 100% MT lub PT R/ 2 szt G / 2 szt G / 2 szt U / zest. I U / zest. II T M /1 szt.</p>	<p>UT tylko dla stali ferrytycznej PT dla stali nieferrytycznych Rozciąganie lica Rozciąganie grani Karb w spoinie Karb w HAZ Nie wymagane ($R_e \leq 225$ MPa) i dla grupy 9</p>
<p>Spoina czołowa Przygotowanie brzegów wg pWPS</p>	<p>— Linia pomiaru twardości</p>	<p>VT / 100% MT lub PT UT lub RT T M /2 szt</p>	<p>PT dla stali nieferrytycznych UT tylko dla stali ferrytycznych i $t > 8$ Dla $D \leq 50$ nie stosować UT Nie wymagane ($R_e \leq 225$ MPa) i dla grupy 9</p>
<p>Spoiny pachwinowe</p>	<p>— Linia pomiaru twardości</p> <p>Punkty pomiaru twardości</p>	<p>VT / 100% MT lub PT M /2 szt T</p>	<p>PT dla stali nieferrytycznych Nie wymagane ($R_e \leq 225$ MPa) i dla grupy 9</p>

Protokół kwalifikacji technologii spawania WPAR nr KJ/12/00		Strona 3/4	
III. Wyniki badań <i>Test results</i>			
1. Technologia spawania: pWPS nr ZS/M/12/00 <i>Manufacturer's welding procedure</i> Zał. nr 1/13 <i>Reference no</i>		2. Jednostka egzaminująca: (Nazwa) <i>Examiner / test body</i>	
3. Oględziny zewnętrzne: 100% wg EN 970. Niezgodności niedopuszczalnych nie stwierdzono. Wynik badań pozytywny – poziom B ISO 5817 <i>Visual examination test results : acceptable – level B ISO 5817.</i>			
4. Badania penetracyjne: wg EN 3452. Niezgodności niedopuszczalnych nie stwierdzono. Wynik badań pozytywny – poziom B ISO 5817. <i>Dye penetrant test results : acceptable – level B ISO 5817.</i>			
5. Badania radiograficzne wg ISO 1106-1:1984. Niezgodności niedopuszczalnych nie stwierdzono. Wynik badań pozytywny – poziom B ISO 5817. <i>Radiography test results: acceptable – level B ISO 5817.</i>			
6. Badania makroskopowe. W badaniu makroskopowym wg EN 1321: 1996 niezgodności spawalniczych nie stwierdzono. Poziom jakości B według ISO 5817. Wynik badania pozytywny. <i>Macro examination test results: acceptable – level B ISO 5817.</i>			
			
7. Makrostruktura próbki <i>Macrostructure</i>			
8. Próba rozciągania wg EN 895:1995 <i>Tensile test</i>		Temperatura: 20°C <i>Temperature</i>	
Rodzaj/numer <i>Type/No.</i>	Rm [N/mm ²]	Miejsce zerwania <i>Fracture location</i>	Uwagi <i>Remarks</i>
2A1R	550,8	Zerwanie poza spoiną. <i>Parent metal</i>	
2A3R	547,1	Zerwanie poza spoiną. <i>Parent metal</i>	
9. Próby zginania <i>Bend tests</i>		Średnica trzpienia gnącego: 48 mm <i>Former diameter</i>	
Rodzaj/numer próbki <i>Type/No.</i>	Kąt zgięcia <i>Bend angle</i>	Wynik <i>Result</i>	
2A1GL	130	Bez rys i pęknięć. <i>No flaws and cracks</i>	
2A3GL	130	Bez rys i pęknięć. <i>No flaws and cracks</i>	
2A1GG	130	Bez rys i pęknięć. <i>No flaws and cracks</i>	
2A3GG	130	Bez rys i pęknięć. <i>No flaws and cracks</i>	

Rys. 5. Zestawienie wyników badań właściwości złącza spawanego (WPQR), strona 3

mentach próbnym. W tabeli 2 pokazano kształty i wymiary elementów próbnym, rodzaj i zakres badań nieniszczących i niszczących oraz podstawowe warunki tych badań.

Istotnym elementem optymalizacji kosztów kwalifikowania jest zakres kwalifikacji. Normy [9–20] ustalają takie zakresy. I tak, wykonanie badań na wybranym materiale badania umożliwia stosowanie tej technologii w odniesieniu do innych podgrup lub grup materiałowych. Wymaga to wysokich kwalifikacji personelu nadzorującego proces kwalifikowania.

Niezbędna w tym przypadku jest odpowiednia wiedza.

BIBLIOGRAFIA

[1] PN-B-06200:2002, Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe
 [2] PN-EN ISO 15607:20078, Specyfikacja i kwalifikowania technologii spawania metali. Zasady ogólne
 [3] PN-EN ISO 15610, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Kwalifikowanie na podstawie zbadanych materiałów dodatkowych do spawania
 [4] PN-EN ISO 15611, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Kwalifikowanie na podstawie wcześniej nabytego doświadczenia w spawaniu

[5] PN-EN ISO 15612, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Uznanie na podstawie przyjęcia standardowej technologii spawania
 [6] PN-EN ISO 15613, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Kwalifikowania na podstawie przedprodukcyjnego badania spawania/zgrzewania
 [7] EN ISO 14555, Welding – Arc stud welding of metallic materials
 [8] EN ISO 15620, Welding – Friction welding of metallic materials
 [9] PN-EN ISO 15614–1, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Badanie technologii spawania – Część 1: Spawanie łukowe i gazowe stali oraz spawanie łukowe niklu i stopów niklu
 [10] PN-EN ISO 15614–2, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania – Część 2: Spawanie łukowe aluminium i jego stopów
 [11] prEN ISO 15614–3, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 3: Welding procedure tests for the arc welding of casts iron
 [12] PN-EN ISO 15614–4 (U), Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania – Część 4: Spawanie wykańczające odlewów aluminium
 [13] PN-EN ISO 15614–5 (U), Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania – Część 5: Spawanie łukowe tytanu, cyrkonu i ich stopów
 [14] PN-EN ISO 15614–6 (U), Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania – Część 6: Spawanie łukowe i gazowe miedzi i jej stopów
 [15] PN-EN ISO 15614–8 (U), Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania – Część 8: Spawanie rur z płytami sitowymi
 [16] EN ISO 15614–9, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 9: Underwater hyperbaric wet welding
 [17] prEN ISO 15614–10, Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 10: Hyperbaric dry welding
 [18] PN-EN ISO 15614–11, Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania – Część 11: Spawanie wiązką elektronów i wiązką promieniowania laserowego
 [19] prEN ISO 15614–12, Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 12: Spot, seam and projection welding
 [20] prEN ISO 15614–13, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 13: Resistance butt and flash welding (ISO/DIS 15614–13:2002)

Protokół kwalifikacji technologii spawania WPAR nr KJ/12/00		Strona 4/4														
10. Badanie uderności wg EN 875:1995 <i>Impact Tests</i>		Rodzaj:Charpy V Type	Wymiar: 10,0 × 8,0 Size													
Usytuowanie karbu/kierunek <i>Notch location/ direction</i>	Temperatura Temperature [°C]	Wartości [J] Values [J]														
2A2S	-20	1	2 3													
2A2P	-20	57	70 74													
11. Próby twardości wg EN 1043-1:1996 <i>Hardness tests</i>		Rodzaj/Obciążenie: HV 10 Type/load														
12. Usytuowanie pomiarów (szkic) <i>Location of measurements (sketch)</i>																
Oznaczenie próbki Sample Mark	Linia badania Lines of measurements	Miejsce pomiaru i twardość HV10 <i>Location of measurements and hardness HV10</i>														
		MR Parent metal			SWC H.A.Z.			Spoina Weld metal			SWC H.A.Z.			MR Parent metal		
		1 2 3	4 5 6	7 8 9	10 11 12	13 14 15										
2A	A	156 159 162	166 189 195	168 180 185	204 194 178	149 147 147										
	B	160 161 160	170 174 172	163 163 167	173 172 171	150 149 151										
Uwagi: MR - materiał rodzimy. <i>Parent metal</i> SWC – strefa wpływu ciepła. <i>H.A.Z.</i>																
13. Badania prowadzono zgodnie z wymaganiami: PN-EN 288-3:1994 <i>Tests carried out in accordance with the requirements of</i>																
14. Protokoły z badań laboratoryjnych nr 1/12/VI/00,16, 56/00, 40/00 <i>Laboratory report references</i>																
15. Wyniki badań: pozytywne <i>Tests result: acceptable</i>		16. Jednostka egzaminująca: (Nazwa) <i>Examiner/ test body</i>														
17. Badania prowadzono w obecności: <i>Tests carried out in the presence of:</i>																
		Jan Kowalski EWE														
03.07.2000 r.																

- [21] PN-EN ISO 15609-1, Specyfikacja I kwalifikowanie technologii spawania metali. Instrukcja technologiczna spawania – Część 1: Spawanie łukowe
- [22] ISO/TR 15608:2005, Welding – Guidelines for metallic materials grouping system
- [23] Węglowski M. S., Oznaczenie gatunków stali I ich klasyfikacja według grup materiałowych w oparciu o nowe przepisy, Konstrukcje Stalowe, nr 5/2007
- [24] PN-EN ISO 4063:2002, Spawanie i procesy pokrewne. Nazwy i numery procesów
- [25] PN-EN 287-1, egzamin kwalifikacyjny spawaczy. Spawanie. Cz. 1: Stale
- [26] PN-EN ISO 3834-1:2006, Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych – Część 1: Kryteria wyboru odpowiedniego poziomu wymagań jakości
- [27] PN-EN ISO 3834-2:2006, Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych – Część 2: Pełne wymagania jakości
- [28] PN-EN ISO 3834-3:2006, Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych – Część 3: Standardowe wymagania jakości
- [29] PN-EN ISO 3834-4:2006 (U), Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych – Część 4: Podstawowe wymagania jakości
- [30] PN-EN ISO 14731:2008, Nadzór spawalniczy – Zadania i odpowiedzialność
- [31] Sędek P., Techniki spawalnicze w świetle wymagań przepisów i norm budowlanych, Przegląd Budowlany nr 10/2004

Rys. 6. Zestawienie wyników badań złącza spawanego (WPQR), strona 4

sukces
w branży
budowlanej
to sztuka
komplementarna



Info-Inwest Sp. z o.o., 01-347 Warszawa
ul. Gabriela 4, lok.1, tel.: 022 664 44 44
e-mail: redakcja@infoinvest.pl

www.infoinvest.pl
www.pracowniaeventow.pl

