

Dokumentowanie procesu lutowania oraz egzaminowanie lutowaczy i operatorów lutowania twardego wg PN-EN ISO 13585:2012

Documenting of brazing process and qualification
test of brazers and brazing operators
acc. to PN-EN ISO 13585:2012

Streszczenie

W artykule przedstawiono obowiązujące procedury dokumentowania procesu lutowania. Porównano aktualne przepisy dotyczące egzaminowania lutowaczy i operatorów lutowania twardego z dotychczasowymi przepisami obowiązującymi do sierpnia 2012 r. Scharakteryzowano zmienne zasadnicze i zakres kwalifikacji wg PN-EN ISO 13585:2012. Opisano procedury egzaminowania i badań złączy próbných. Przedstawiono świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego lutowacza i operatora. Opisano także korzyści wynikające z wprowadzenia nowej normy.

Abstract

The paper presents the current procedures for documenting the brazing process. The assessment of current rules on qualification test for brazers and brazing operators, with applicable to August 2012. Characterized key variables and range of qualifications acc. to PN-EN ISO 13585:2012. Describes the procedures for examination and testing of test joints. It is presented qualifying examination certificate for brazers and brazing operators. There are described the advantages of the new standard.

Wstęp

W Biuletynie Instytutu Spawalnictwa nr 3/2003 oraz Przeglądzie Spawalnictwa nr 8-9/2004 T. Kuzio z Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach, a w nr 11/2006 zespół autorski z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego w Szczecinie pod kierunkiem prof. J. Nowackiego opublikowali interesujące z praktycznego punktu widzenia artykuły, dotyczące dokumentowania i uznawania technologii lutowania twardego oraz kwalifikowania personelu lutowniczego [1÷3]. Niniejsza publikacja ma stanowić kontynuację tamtych opracowań, z podkreśleniem zmian, jakie spowodowało wpro-

wadzenie nowej normy: PN-EN ISO 13585:2012 *Lutowanie twarde – Kwalifikowanie lutowaczy i operatorów lutowania twardego* [5].

Procesy lutowania twardego, analogicznie jak spawanie czy zgrzewanie są zaliczane do grupy procesów specjalnych, tj. procesów, których wynik nie jest pewny i zależy od wielu czynników. Wymagają one zatem monitorowania i dokumentowania na każdym etapie stosowania podczas wytwarzania wyrobu. Jako technologia o dużym znaczeniu praktycznym lutowanie twarde stale się rozwija. Dotyczy to głównie doskonalenia składu chemicznego i właściwości materiałów dodatkowych (lutów i topników), zwiększania efektywności przez mechanizację i automatyzację procesów, a w ostatnich latach obserwowany jest też intensywny rozwój normalizacji w zakresie tej technologii [4]. Polski Komitet Normalizacyjny opublikował normy dostosowujące polskie przepisy, wymagania i wytyczne do standardów europejskich.

Dr inż. Tomasz Piwowarczyk, prof. dr hab. inż. Zbigniew Mirski – Politechnika Wroclawska; **dr inż. Andrzej Winiowski, prof. IS** – Instytut Spawalnictwa, Gliwice; **dr inż. Hubert Drzeniek** – Euromat, Wrocław

Dokumentowanie procesu lutowania oraz kwalifikowanie lutowaczy – stan do 08.2012 r.

Do sierpnia 2012 r. w zakresie dokumentowania technologii lutowania twardego oraz kwalifikowania (egzaminowania) lutowaczy obowiązywały normy: PN-EN 13134:2004 *Lutowanie twarde. Uznawanie technologii* [6] oraz PN-EN 13133:2002 *Lutowanie twarde. Egzaminowanie lutowaczy* [7]. W PN-EN 13134:2004 określono ogólne zasady (metody badania, złącza próbne) dotyczące wymagań i uznawania procesów lutowania twardego metali i niemetalu. W PN-EN 13133:2002 podano podstawowe wymagania dotyczące egzaminowania lutowaczy wykonujących ręczne lutowanie płomieniowe oraz zaproponowano zalecaną formę świadectwa egzaminu lutowacza.

Należy podkreślić, że egzaminowanie osób pracujących na stanowiskach lutowniczych może wynikać z warunków BHP, a także z wymagań jakościowych (zakładowe systemy jakości, uznawanie technologii lutowania) lub wzajemnych, wstępnych ustaleń wytwórcy ze zleceniodawcą przed podjęciem prac lutowniczych. Są one kwestią indywidualną, ustalaną najczęściej na etapie omawiania wprowadzanego w firmie projektu i zależą od wymagań klienta lub jego jednostki nadrzędnej.

Warunki i wymagania BHP zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 27 kwietnia 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach spawalniczych (Dz. U. 00.40.470 z 19 maja 2000 r.). W rozdziale 4 w paragrafie 28 wskazano, że „Osoby wykonujące: 1) ręczne cięcie termiczne, 2) zgrzewanie, 3) ręczne lutowanie, 4) zmechanizowane i automatyczne wykonywanie prac spawalniczych – powinny wykazać się co najmniej zaświadczeniem o ukończeniu szkolenia w zakresie określonym w odrębnych przepisach i Polskich Normach”. Wymienione „odrębne przepisy” miały być przepisami wykonawczymi do tego rozporządzenia, jednak nigdy się nie ukazały. Brak jest również polskich i europejskich norm określających zakres szkoleń.

Wymagania z zakresu systemów jakości (uwzględniające zwykle uznawanie technologii) w przypadku lutowaczy ręcznych wykonujących lutowanie twarde płomieniowe (gazowe) objęte były postanowieniami PN-EN 13133:2002. Niestety w przypadku operatorów lutowania realizujących lutowanie twarde indukcyjne, piecowe, kąpielowe itp. nie można było skorzystać z PN-EN 1418:2000 *Personel spawalniczy – Egzaminowanie operatorów urządzeń spawalniczych oraz nastawiaczy zgrzewania oporowego dla w pełni zmechanizowanego i automatycznego spajania*

metali [8], która obejmowała jedynie operatorów spawania i zgrzewania. Również stosunkowo nowa norma europejska, która nie doczekała się jeszcze wersji polskiej (nawet uznaniowej) EN ISO 14732:2011 *Personel spawalniczy. Egzaminowanie operatorów w pełni zmechanizowanych i zautomatyzowanych urządzeń spawalniczych oraz nastawiaczy zgrzewania oporowego dla w pełni zmechanizowanego i automatycznego spajania materiałów metalicznych* [9] nie uwzględnia procesu lutowania.

Podstawowymi dokumentami potwierdzającymi spełnienie wymagań stawianych połączeniom lutowanym przy użyciu opracowanej technologii lutowania twardego (w postaci *Instrukcji technologicznej lutowania twardego – BPS, Brazing Procedure Specification*) zgodnie z PN-EN 13134:2004 [6] i PN-EN 13133:2002 [7] były:

- BPAR (*Brazing Procedure Approval Record*) – *Protokół uznania technologii lutowania*,
- ŚEL – *Świadectwo egzaminu lutowacza*.

Świadectwo egzaminu lutowacza jako certyfikat potwierdzający jego umiejętności składało się z trzech odrębnych dokumentów:

- *Świadectwa z badania egzaminacyjnego lutowacza*, które zawierało takie informacje, jak: dane wytwórcy, dane jednostki egzaminującej, dane lutowacza (imię, nazwisko, seria i numer dowodu tożsamości, data i miejsce urodzenia, miejsce pracy, ocena wiedzy fachowej, zakres posiadanych uprawnień), informacje o zdobytych dotychczas uprawnieniach,
- *Instrukcji technologicznej lutowania – BPS* (instrukcja technologiczna wytwórcy dotycząca lutowania twardego), według której przeprowadzono lutowanie złączy egzaminacyjnych,
- zbiorczego *Protokołu badania złączy egzaminacyjnego*, który zawiera: dane wytwórcy oraz jednostki egzaminacyjnej, zakresy i wyniki badań nieniszczących i niszczących z numerami protokołów każdego z badań.

Norma dotycząca egzaminowania lutowaczy (PN-EN 13133:2002 [7]) wykazywała pewne braki [3], dlatego często spotykała się z branżową krytyką. Brakowało w niej wskazania metody oceny złączy i próbek egzaminacyjnych. Wprawdzie w normie zapowiedziano określenie tych wytycznych w serii kolejnych arkuszy tej normy, lecz ich brak utrudniał racjonalne certyfikowanie lutowaczy. Brakowało również systemu znakowania kodowego uprawnień i ustalania zakresu uprawnień, np. rodzajów materiałów, ich grubości i rodzajów lutowin. Proponowana opisowa forma zapisu zakresu uprawnienia była nieściśła. Dodatkowo certyfikowanie lutowaczy dotyczyło jedynie ręcznego lutowania płomieniowego. Konieczne więc wydawało się wprowadzenie certyfikowania lutowaczy i operatorów lutujących innymi metodami.

Dokumentowanie procesu lutowania oraz kwalifikowanie lutowaczy – stan po 08.2012 r.

W sierpniu 2012 r. Polski Komitet Normalizacyjny opublikował nową normę PN-EN ISO 13585:2012 *Lutowanie twarde – Kwalifikowanie lutowaczy i operatorów lutowania twardego* (oryg.) [5]. Określono w niej podstawowe wymagania dotyczące badania kwalifikacyjnego lutowaczy i operatorów lutowania twardego, ustalające warunki dotyczące lutowania twardego, badania, egzaminowania i zakresu kwalifikacji w certyfikacie. Norma obejmuje zarówno ręczne lutowanie płomieniowe (gazowe), jak również procesy zmechanizowanego oraz zautomatyzowanego lutowania twardego. W chwili publikacji niniejszego artykułu norma ma charakter uznaniowy, brak jest zatem jej polskojęzycznej wersji. Aktualnie trwają końcowe prace związane z jej tłumaczeniem przez Komitet Techniczny nr 165 PKN, można się więc spodziewać, że w najbliższych miesiącach pojawi się w całości w języku polskim.

Norma wyróżnia dwie grupy pracowników związanych z procesami lutowania:

lutowacza – osobę, która trzyma i manipuluje ręcznie urządzeniem do nagrzewania obszaru lutowanego na twardo oraz,

operatora lutowania – osobę, która przygotowuje złącze i nastawia urządzenie lutownicze (np. zmechanizowane uchwyty palnika, piece, kąpiele solne i urządzenia indukcyjne), a przez to ma bezpośredni wpływ na jakość lutowanego złącza.

Zmienne zasadnicze i zakres kwalifikacji

Kwalifikowanie lutowaczy i operatorów lutowania twardego opiera się na zmiennych zasadniczych. Dla każdej zmiennej zasadniczej określony jest zakres kwalifikacji, a lutowanie twarde prowadzone poza tym zakresem wymaga nowego egzaminu kwalifikacyjnego. Podstawowe **zmienne zasadnicze** to:

- proces lutowania twardego,
- rodzaj wyrobu (kształt elementów łączonych),
- rodzaj złącza,
- grupy materiału podstawowego,
- rodzaj spoiwa do lutowania twardego (lutu),
- sposób dozowania spoiwa,
- wymiary (grubość materiału, średnica zewnętrzna rury i długość zakładki),
- kierunek płynięcia spoiwa,
- stopień mechanizacji.

Proces lutowania twardego – każdy egzamin kwalifikacyjny zwykle obejmuje tylko jeden proces lutowania twardego. Zmiana procesu wymaga nowego egzaminu. Dalej zamieszczono oznaczenia podstawowych

procesów lutowania wg PN-EN ISO 4063:2011 [10]:

- 911 lutowanie twarde promieniowaniem podczerwonym,
- 912 lutowanie twarde płomieniowe,
- 913 lutowanie twarde laserowe,
- 914 lutowanie twarde elektronowe,
- 916 lutowanie twarde indukcyjne,
- 918 lutowanie twarde rezystancyjne,
- 919 lutowanie twarde dyfuzyjne,
- 921 lutowanie twarde piecowe,
- 922 lutowanie twarde próżniowe,
- 923 lutowanie twarde kąpielowe,
- 924 lutowanie twarde w kąpeli solnej.

Rodzaj wyrobu – norma przewiduje zakres kwalifikacji w zależności od kształtu elementów łączonych (tabl. I).

Tablica I. Rodzaj wyrobu złącza próbnego [5]

Table I. Product type of test piece [5]

Rodzaj wyrobu złącza próbnego	Zakres kwalifikacji
Blacha	Blacha
Rura	Rura

Tablica II. Rodzaj złącza próbnego [5]

Table II. Joint type of test piece [5]

Rodzaj złącza próbnego	Zakres kwalifikacji
Złącze doczołowe	Złącze doczołowe
Złącze zakładkowe	Złącze zakładkowe

Rodzaj złącza – norma przewiduje zakres kwalifikacji w zależności od rodzaju złącza próbnego (tabl. II).

Grupy materiału podstawowego (tabl. III) – w celu uproszczenia przedstawienia zakresu kwalifikacji materiały oznaczono literami od A do F, stosując system grupowania wg ISO/TR 15608:2013 [11].

W tym przypadku system kwalifikowania nie jest już tak oczywisty, jak w przypadku zmiennych: rodzaj wyrobu czy rodzaj złącza. Istnieje możliwość wykonania złącza próbnego dla danej grupy materiałowej (np. B–B) i na jego podstawie uzyskania kwalifikacji również na inne grupy (odpowiednio A–A, B–B, A–B).

Spoiwa do lutowania twardego (luty) – rodzaje lutów odpowiadają wymaganiom PN-EN ISO 17672:2010 [12] i zgodnie z nią podzielone są na kilka klas (tabl. IV).

Sposób dozowania spoiwa – norma przewiduje dwa sposoby aplikacji lutu: na powierzchnie czołowe (na zewnątrz szczeliny) oraz umieszczony przed lutowaniem (wewnątrz szczeliny). Sposób dozowania na powierzchnie czołowe zwany jest inaczej „dozowaniem do wylotu szczeliny połączenia” i może być realizowany ręcznie lub w sposób zmechanizowany (tabl. V).

Wymiary – egzamin kwalifikacyjny lutowaczy wykonujących lutowanie twarde jest oparty na grubości materiału, średnicy zewnętrznej rury i długości zakładki (tabl. VI). W przypadku złączy próbnych elementów o różnej grubości zakres kwalifikacji jest oparty na

Tablica III. Grupy materiałów podstawowych [5]
Table III. Groups of parent materials [5]

Grupa materiałowa wg ISO/ TR 15608	Oznaczenie	Złącze próbne	Zakres kwalifikacji
1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11	A	A – A	A – A
7, 8, 10	B	B – B	A – A, B – B, A – B
21, 22, 23	C	C – C	C – C
31-34, 37, 38	D	D – D	D – D
41-45	E	E – E	E – E
51-54	F	F – F	F – F
Złącza różnoimienne		A – B	A – A, A – B
		D – A	D – A
		D – B	D – A, D – B
		D – E	D – E
		E – A	E – A
		E – B	E – A, E – B

Tablica IV. Klasy spoiw do lutowania twardego [12]
Table IV. Class of brazing filler metal type [12]

Klasa	Oznaczenie	Komponenty	Zastosowanie
AL	AL 101÷104	AL, Si	lutowanie aluminium i jego stopów oraz tytanu i jego stopów
	AL 201	Al, Si, Cu	
	AL 301, AL 302	Al, Si, Mg	
AG	AG 104	Ag, Cu, Zn, Sn	lutowanie miedzi i jej stopów, niklu, stali i spieków narzędziowych
	AG 201÷208	Ag, Cu, Zn	
	AG 301÷309	Ag, Cu, Zn, Cd	
	AG 351	Ag, Cu, Zn, Cd, Ni	
	AG 402	Ag, Cu, Zn, Sn	
	AG 403	Ag, Cu, Zn, In, Ni	
	AG 501÷503	Ag, Cu, Zn, Mn, Ni	
CP	CP 101÷105	Cu, P, Ag	lutowanie miedzi i jej stopów
	CP 201÷203	Cu, P	
	CP 301, CP 302	Cu, P, Sb, Sn	
CU	CU 101÷106	Cu	lutowanie stali i spieków narzędziowych
	CU 201, CU 202	Cu, Sn	
	CU 301÷306	Cu, Zn, Sn, Si, Mn, Ni	
NI	NI 101÷107	Ni, Cr, Si, B, Fe, C	lutowanie stali stopowych i nadstopów niklu
	NI 108	Ni, Si, C, Cu, Mn	
	NI 109	Ni, Cr, B, Fe, C	
	NI 110÷112	Ni, Cr, Si, B, Fe, C, W	
CO	CO 101	Co, Ni, Cr, Si, B, Fe, C, W	lutowanie kobaltu i nadstopów
PD	PD 101÷106	Ag, Pd, Cu	lutowanie tytanu, stopów niklu, molibdenu, wolframu
	PD 201	Pd, Ni	
	PD 202	Ag, Pd, Mn	
	PD 203	Cu, Pd	
	PD 204	Ag, Pd	
AU	AU 101÷104	Au, Cu	lutowanie stopów niklu, molibdenu, wolframu

Tablica V. Sposób dozowania spoiwa [5]
Table V. Brazing filler application [5]

Sposób dozowania spoiwa przy wykonywaniu złącza próbnego	Zakres kwalifikacji
Podawany na powierzchnie czołowe	Podawany na powierzchnie czołowe przed lutowaniem
Umieszczony przed lutowaniem	Umieszczony przed lutowaniem

grubości każdej blachy (lub rury). W przypadku złączy próbnych elementów o różnej średnicy zewnętrznej rury i różnej grubości materiału podstawowego, lutowacz jest oceniany następująco:

- od najmniejszej do największej zastosowanej średnicy rury,
- od najmniejszej do największej grubości materiału podstawowego.

Jeśli grubości materiału różnią się, dolna granica jest wyznaczana w odniesieniu do grubości cieńszego z elementów, a górna do elementu o większej grubości.

Tablica VI. Wymiary złączy próbnych [5]
Table VI. Dimensions of test piece [5]

Wymiary	Złącze próbne	Zakres kwalifikacji
Grubość materiału t , mm	< 3	0,5 t do 2 t
	3÷10	1,5 t do 2 t
	> 10	5 do 2 t
Średnica zewnętrzna rury D , mm	D	$\leq D$
Długość zakładki L , mm	L	$\leq L$

Tablica VII. Kierunek płynięcia spoiwa [5]
Table VII. Brazing filler metal flow direction [5]

Rysunki	Kierunek płynięcia spoiwa w złączu próbnym	Zakres kwalifikacji
	Płynięcie w kierunku poziomym	Płynięcie w kierunku poziomym i pionowym z góry na dół
	Płynięcie w kierunku pionowym z góry na dół	Płynięcie w kierunku pionowym z góry na dół
	Płynięcie w kierunku pionowym z dołu do góry	Wszystkie kierunki płynięcia

Tablica VIII. Stopień mechanizacji wykonywania złączy próbnych [5]
Table VIII. Degree of mechanization of test piece

Stopień mechanizacji lutowania złącza próbnego	Zakres kwalifikacji
Ręczny	Ręczny i zmechanizowany
Zmechanizowany	Zmechanizowany

Kierunek płynięcia spoiwa – norma wyróżnia trzy kierunki płynięcia lutu: poziomy, pionowy z góry na dół i pionowy z dołu do góry. Lutowanie twarde z zastosowaniem jednego kierunku płynięcia spoiwa może kwalifikować lutowanie z zastosowaniem innych kierunków (tabl. VII).

Stopień mechanizacji – lutowanie twarde wykonane w sposób ręczny kwalifikuje lutowanie zmechanizowane, ale nie odwrotnie. Jeśli lutowanie złącza egzaminacyjnego prowadzi się w sposób zmechanizowany, zakres kwalifikacji jest ograniczony tylko do zastosowanego procesu (tabl. VIII).

Egzaminowanie i badania złączy próbnych wg PN-EN ISO 13585:2012

Lutowanie twarde złącza próbnego powinno się odbyć w obecności egzaminatora lub przedstawiciela jednostki egzaminującej, który jednocześnie weryfikuje jej wyniki. Egzamin lutowaczy i operatorów lutowania twardego powinien przebiegać zgodnie z Instrukcją technologiczną lutowania BPS, przygotowaną wg PN-EN 13134:2004 [6]. Czas lutowania twardego złącza próbnego powinien odpowiadać czasowi wykonania w normalnych warunkach produkcyjnych. Lutowacz lub operator lutowania twardego powinien przygotować

części (np. wykonać obróbkę mechaniczną albo czyszczenie) lub zaakceptować sposób przygotowania, wyregulować źródło ciepła i przeprowadzić ewentualną weryfikację. Złącze próbne może mieć dowolną konstrukcję, jednakże powinna być ona związana z przyszłą pracą. Zwykle jest to złącze zakładkowe lub doczołowe blach, albo złącze zakładkowe (kielichowe, teleskopowe) rur (rys. 1).

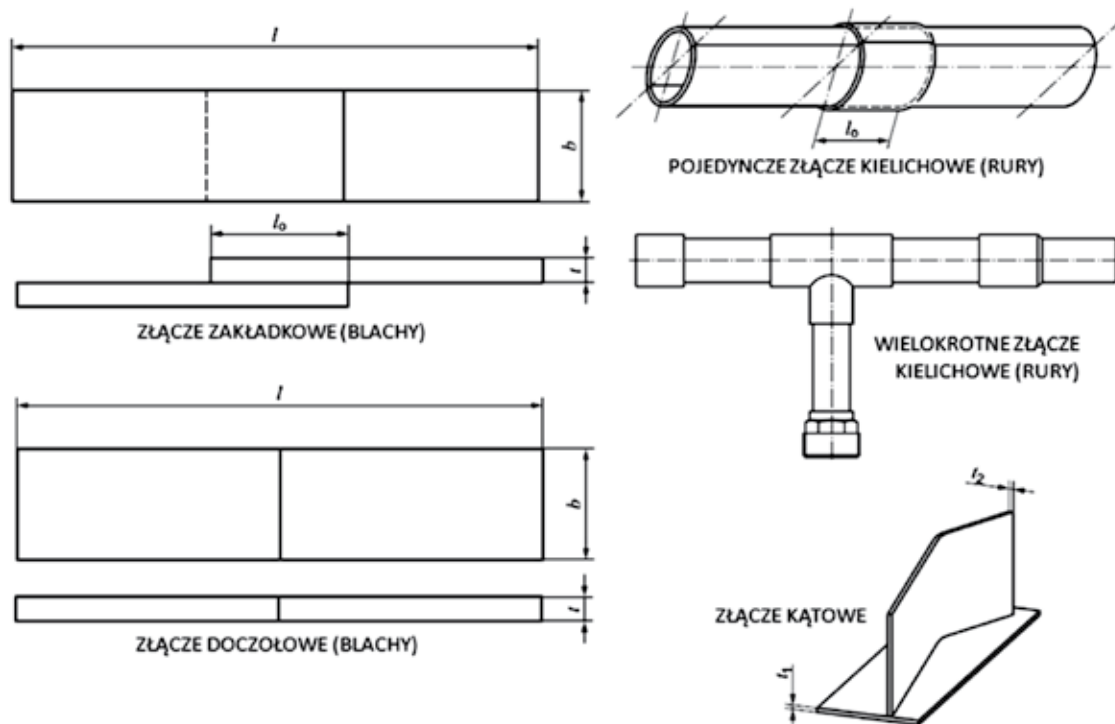
Przed wykonaniem połączenia testowego lutowacz lub operator powinien ocenić poprawność przygotowania elementów łączonych wg następujących kryteriów: dopasowanie elementów/współosiowość, szerokość szczeliny lutowniczej, stopień lokalnej deformacji, i jest upoważniony do odmowy wykonania połączenia testowego, jeżeli uważa, że elementy nie zostały przygotowane zgodnie z opracowanym BPS.

Dla każdego złącza próbnego należy przeprowadzić badania wizualne (PN-EN 12799:2003 *Lutowanie twarde. Badania nieniszczące złączy lutowanych na twardo* [13]) oraz ewentualnie jedno lub więcej z następujących badań: ultradźwiękowe, radiograficzne, wytrzymałości na odrywanie, wytrzymałości na zginanie lub badanie mikroskopowe. Podczas badań wizualnych może być konieczne rozcięcie złącza, umożliwiające oględziny od strony wewnętrznej (np. wykonanie makrozdjęcia) i dlatego to badanie może mieć charakter badania niszczącego.

PN-EN 12799:2003 zaleca, aby szczególną uwagę zwrócić na: obecność pozostałości topnika, minimalny wymiar niezgodności, ciągłość lutowiny, wklęsnięcie lutowiny, nadmiar lutowiny, erozję powierzchni czy wygląd zewnętrzny lutowiny. Badania niszczące powinny być wykonane zgodnie z PN-EN 12797:2002

Lutowanie twarde. Badania niszczące złączy lutowanych na twardo [14]. Badania dodatkowe mogą być prowadzone zgodnie z metodyką badań nieniszczących: penetracyjnych, szczelności, termograficznych lub niszczących, takich jak: wytrzymałość na ścinanie, wytrzymałość na rozciąganie, badania metalograficzne czy pomiary twardości. Jednak w PN-EN 12797:2002 i PN-EN 12799:2003 brak jest danych dotyczących warunków badań niszczących, takich jak: liczba próbek, które należy poddać badaniu i badaniom powtórny, sposobu pobierania próbek oraz kryteriów akceptacji [3]. W 2008 r. ukazała się PN-EN ISO 18279:2008 *Lutowanie twarde. Niezgodności w złączach lutowanych na twardo* [15], w której podano klasyfikację niezgodności, które mogą powstać w złączach z lutowania twardego oraz wytyczne dla poziomów jakości i zalecanych wymiarów granicznych niezgodności. Po wykonaniu badań należy zgodnie z PN-EN ISO 18279 sprawdzić spełnienie wymagań dotyczących niezgodności stwierdzonych w połączeniu testowym. Lutowacz lub operator zostaje zakwalifikowany, jeżeli niezgodności zawarte są na poziomie B ww. normy (wymagania ostre) oraz w złączu nie wystąpiły niezgodności.

Ważność certyfikowanej kwalifikacji może być przedłużona na kolejne 3 lata przy założeniu spełnienia poniższych warunków: połączenia lutowane wykonywane przez lutowacza lub operatora są w sposób ciągły wytwarzane w wymaganej jakości, a dokumentacja z badań, np. ilości badań połączeń niszczących i nieniszczących w ramach uzyskanych kwalifikacji w ciągu ostatnich 6 miesięcy odpowiada kwalifikacjom podanym na certyfikacie lutowacza.



Rys. 1. Przykładowe złącza próbne wg PN-EN ISO 13585:2012
Fig. 1. Examples of test pieces according to PN-EN ISO 13585:2012

Świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego lutowacza/operatora

Świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego lutowacza/operatora jest dokumentem potwierdzającym, że lutowacz lub operator lutowania twardego zdał egzamin. Świadectwo powinno zawierać szczegółowe dane dotyczące zmiennych procesowych, warunków przeprowadzania testu oraz **część potwierdzającą kwalifikacje** (rys. 2 i 3):

- potwierdzenie kwalifikacji przez pracodawcę lub inną upoważnioną osobę (co sześć miesięcy) wymagane dla ważności certyfikatu,
- przedłużenie kwalifikacji przez egzaminatora lub jednostkę egzaminującą (co trzy lata).

Oznaczenie egzaminu lutowacza powinno obejmować poniższe pozycje w podanej kolejności (system oznaczeń jest tak ułożony, aby można go było skomputeryzować):

- a) numer niniejszej normy międzynarodowej,

Świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego operatora					
Oznaczenie(a):					
Nazwa i adres wytwórcy:					
Nr świadectwa:					
Nr przywołanej BPS:					
Nazwisko lutowacza:					
Nr/rodzaj dokumentu tożsamości					
Data i miejsce urodzenia:					
Pracodawca:					
Norma badania:					
Wiedza teoretyczna: Zaakceptowana/Nie sprawdzana (niepotrzebne skreślić)					
Zmienne	Złącze próbne			Zakres kwalifikacji	
Proces lutowania twardego					
Typ urządzenia lutowniczego					
Pozostałe informacje są przedstawione w załączonej dokumentacji lub w specyfikacji w instrukcji technologicznej lutowania twardego nr.....					
Rodzaj badań	Wykonano i akceptowano		Nie badano		
Badania wizualne					
Badania radiograficzne					
Badania ultradźwiękowe					
Badania na odrywanie					
Inne metody badań					
Nazwisko egzaminatora lub jednostki egzaminującej:					
Miejsce, data i podpis egzaminatora lub jednostki egzaminacyjnej:					
Data lutowania:					
Kwalifikacja ważna do:					
Potwierdzenie kwalifikacji przez pracodawcę lub inną upoważnioną osobę (co sześć miesięcy) wymagane dla ważności certyfikatu			Przedłużenie kwalifikacji przez egzaminatora lub jednostkę egzaminującą (co trzy lata)		
Data	Podpis	Stanowisko lub tytuł	Data	Podpis	Stanowisko lub tytuł

Rys. 2. Świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego operatora wg PN-EN ISO 13585:2012

Fig. 2. Brazer operator qualification test certificate acc. to PN-EN ISO 13585:2012

Świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego lutowacza

Oznaczenie(a):
 Nazwa i adres wytwórcy:
 Nr świadectwa:
 Nr przywołanej BPS:
 Nazwisko lutowacza:
 Nr/rodzaj dokumentu tożsamości
 Data i miejsce urodzenia:
 Pracodawca:
 Norma badania:

Wiedza teoretyczna: Zaakceptowana/Nie sprawdzana (niepotrzebne skreślić)

Zmienne	Złącze próbne	Zakres kwalifikacji
Proces lutowania twardego		
Grubość(ci) materiału (mm)		
Zewnętrzna średnica rury (mm)		
Wielkość zakładki (mm)		
Materiał(y) podstawowy(e)		
Gatunek spoiwa do lutowania, temp. lut.		
Sposób dozowania spoiwa		
Typ wyrobu		
Kierunek płynięcia spoiwa		
Stopień mechanizacji		
Inne		

Pozostałe informacje są przedstawione w załączonej dokumentacji lub w specyfikacji w instrukcji technologicznej lutowania twardego nr.....

Rodzaj badań	Wykonano i akceptowano	Nie badano
Badania wizualne		
Badania radiograficzne		
Badania ultradźwiękowe		
Badania na odrywanie		
Inne metody badań		

Nazwisko egzaminatora lub jednostki egzaminującej:

Miejsce, data i podpis egzaminatora lub jednostki egzaminacyjnej:

Data lutowania:

Kwalifikacja ważna do:

Potwierdzenie kwalifikacji przez pracodawcę lub inną upoważnioną osobę (co sześć miesięcy) wymagane dla ważności certyfikatu			Przedłużenie kwalifikacji przez egzaminatora lub jednostkę egzaminującą (co trzy lata)		
Data	Podpis	Stanowisko lub tytuł	Data	Podpis	Stanowisko lub tytuł

Rys. 3. Świadectwo egzaminu kwalifikacyjnego lutowacza wg PN-EN ISO 13585:2012

Fig. 3. Brazer qualification test certificate according to PN-EN ISO 13585:2012

b) zmienne zasadnicze:

- numer procesu lutowania twardego zgodnie z PN-EN ISO 4063:2011,
- rodzaj wyrobu: rura (T) lub blacha (P),
- rodzaj złącza: złącze doczołowe (B), złącze zakładkowe (O) lub złącze teowe (T),
- grupa/grupy materiału podstawowego wg ISO/TR 15608:2013,
- rodzaj spoiwa do lutowania twardego zgodnie z PN-EN ISO 17672:2010,
- sposób dozowania spoiwa do lutowania twardego: przez podawanie na powierzchnie czołowe (FF) lub przez umieszczenie przed lutowaniem (PP),
- wymiary (grubość materiału, średnica zewnętrzna rury i długość zakładki),
- kierunek płynięcia spoiwa: płynięcie w kierunku poziomym (H), płynięcie w kierunku pionowym z dołu do góry (VU) lub płynięcie w kierunku pionowym z góry na dół (VD).

Przykładowe oznaczenia egzaminu lutowacza

ISO 13585 - 912 T O B Ni600 FF t1,5 D20 L3 H

co oznacza: lutowanie ręczne płomieniowe, rury, połączenie zakładkowe, stal z grupy 8 (wg ISO/TR 15608), lut Ni600, podawany na powierzchnie czołowe, grubość materiału 1,5 mm, średnica zewnętrzna rury 20 mm, długość zakładki 3 mm, płynięcie lutu poziome;

ISO 13585 - 916 P O D Cu511 FF t4 L5 VD

co oznacza: lutowanie indukcyjne, blachy, złącze zakładkowe, miedź z grupy 31 (wg ISO/TR 15608), lut Cu511 podawany na powierzchnie czołowe, grubość materiału 4 mm, długość zakładki 5 mm, płynięcie lutu pionowe na dół;

ISO 13585 – 921

które nadaje uprawnienia operatora lutowania piecowego.

Podsumowanie

Wprowadzenie PN-EN ISO 13585:2012 w znacznym stopniu uregulowało problematykę dokumentacji i certyfikowania osób pracujących na stanowiskach lutowniczych. Świadectwa kwalifikacji lutowaczy nareszcie są pod względem formy zbliżone do świadectw z egzaminu kwalifikacyjnego spawaczy (PN-EN 287-1:2011 [16]). Norma obejmuje również operatorów lutowania, czego nie uwzględniała stara norma PN-EN 13133:2002 ani normy dotyczące operatorów spawania PN-EN 1418:2000 [8] i EN ISO 14732:2011 [9]. Należy zwrócić uwagę na fakt, że PN EN ISO 13585:2012, zalecająca badanie określonych połączeń próbnych, dotyczy przede wszystkim systemów jakości, w szczególności zakładów mających wdrożony system zarządzania jakością. Natomiast do formalnego prowadzenia procesów lutowniczych (zwłaszcza przez

drobnych wytwórców szerokiego asortymentu wyrobów lutowanych) wystarczy zaświadczenie ukończenia kursu, szkolenia, aby spełnić wymagania Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 2000 r. w sprawie BHP przy pracach spawalniczych. Opinia osób, które miały okazję zapoznać się z treścią normy, jest zgodna, tzn. nowa norma jest dużo bardziej praktyczna od poprzednich wersji.

Oczywiście w dokumencie można znaleźć pewne niedociągnięcia czy fragmenty wymagające uszczegółowienia. Brak jest na przykład wytycznych dotyczących kwalifikowania lutospawaczy (łukowych) – techniki, która coraz częściej wykorzystywana jest w przemyśle. Brakuje również kryteriów dopuszczania lutowaczy na szkolenie i wymagań odnośnie do ich zakresu. Tu jednak należałoby postawić pytanie, czy norma jest właściwym miejscem na takie zapisy.

Literatura

- [1] Kuzio T.: Uznawanie technologii lutowania twardego i egzaminowanie lutowaczy według norm europejskich, Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, nr 3/2003.
- [2] Kuzio T.: Uznana technologia i kompetentny personel podstawą zapewnienia jakości wyrobów lutowanych, Przegląd Spawalnictwa, nr 8-9/2004.
- [3] Nowacki J., Chudziński M., Zmitrowicz P.: Dokumentowanie i uznawanie technologii lutowania, Przegląd Spawalnictwa, nr 11/2006.
- [4] Nowacki J., Chudziński M., Zmitrowicz P.: Lutowanie w budowie maszyn, WNT, Warszawa 2007.
- [5] PN-EN ISO 13585:2012 „Lutowanie twarde – Kwalifikowanie lutowaczy i operatorów lutowania twardego”, (oryg.).
- [6] PN-EN 13134:2004 Lutowanie twarde – Uznawanie technologii.
- [7] PN-EN 13133:2002 Lutowanie twarde – Egzaminowanie lutowaczy (norma wycofana).
- [8] PN-EN 1418:2000 Personel spawalniczy – Egzaminowanie operatorów urządzeń spawalniczych oraz nastawiaczy zgrzewania oporowego dla w pełni zmechanizowanego i automatycznego spajania metali.
- [9] EN ISO 14732:2011 Personel spawalniczy. Egzaminowanie operatorów w pełni zmechanizowanych i zautomatyzowanych urządzeń spawalniczych oraz nastawiaczy zgrzewania oporowego dla w pełni zmechanizowanego i automatycznego spajania materiałów metalicznych, nie uwzględnia procesu lutowania.
- [10] PN-EN ISO 4063:2011 Spawanie i procesy pokrewne – Nazwy i numery procesów.
- [11] ISO/TR 15608:2013 Spawanie. Wytyczne systemu podziału materiałów metalowych na grupy.
- [12] PN-EN ISO 17672:2010 Lutowanie twarde – Spoiwa.
- [13] vPN-EN 12799:2003 Lutowanie twarde – Badania nieniszczące złączy lutowanych na twardo.
- [14] PN-EN 12797:2002 Lutowanie twarde – Badania niszczące złączy lutowanych na twardo.
- [15] PN-EN ISO 18279:2008 Lutowanie twarde – Niezgodności w złączach lutowanych na twardo.
- [16] PN-EN 287-1:2011 Egzamin kwalifikacyjny spawaczy. Spawanie. Część 1: Stale.