

Wybrane normy badań magnetyczno-proszkowych złączy spawanych

Welded joints magnetic-particle inspection standards

Streszczenie

Normy, wyznaczające warunki badań magnetyczno-proszkowych, obejmują bardzo szeroki zakres zagadnień. Omówiono istotne grupy norm, określające postępowanie podczas badań magnetyczno-proszkowych złączy spawanych. Analiza uzyskanych wskazań defektogramów proszkowych, przeprowadzona zgodnie z zasadami z podanymi w normach, pozwala na wyznaczenie poziomu jakości kontrolowanego złącza.

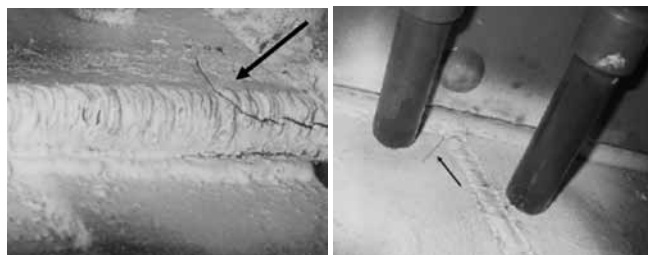
Abstract

Standards which regulate testing conditions of magnetic-particle inspection, cover a very wide range of issues. In this paper the important group of standards, defining the procedure for magnetic-particle inspection of welded joints has been discussed. Analysis of results of magnetic particle indications, carried out in accordance with the rules given in the standards, allows to determine the level of quality of the joint to be tested.

Badania nieniszczące złączy spawanych

Złącza spawane konstrukcji metalowych to strefy, w których mogą występować i często występują niezgodności wynikające z procesu spawania. Złącza spawane są też najczęściej karbem strukturalno-geometrycznym, który może zainicjować pęknięcie zmęczeniowe elementów konstrukcyjnych (rys. 1). Metody badań nieniszczących umożliwiają, z określonym prawdopodobieństwem, wykrywanie nieciągłości zarówno powierzchniowych, jak i wewnętrznych w złączach spawanych.

Zasady stosowania badań nieniszczących złączy spawanych metali zawarto w normie ISO 7635 [6], która jest normą podstawową. Podano w niej kryteria wyboru metod badań nieniszczących oraz oceny



Rys. 1. Pęknięcie postępujące ze spoiny do materiału rodzimego
Fig. 1. Crack propagation from weld to base metal

Dr inż. Lesław Sozański – Politechnika Wroclawska.

ich wyników w zależności od metody spawania, materiału podstawowego i dodatkowego, stanu obróbki, rodzaju złącza i spoin oraz ich wymiarów, ukształtowania elementu, założonego poziomu jakości i możliwych rodzajów niezgodności spawalniczych oraz ich usytuowania. W normie wprowadzono też wymagania dotyczące personelu wykonującego badania, zgodne z PN EN 473 [7] lub ISO 9712 [8].

Badania magnetyczno-proszkowe złączy spawanych

Metoda magnetyczno-proszkowa (MT) umożliwia wykrywanie nieciągłości powierzchniowych w materiałach ferromagnetycznych. Wykorzystuje zjawisko gromadzenia się proszku ferromagnetycznego na nieciągłościach rozpraszających pole magnetyczne. Stosowanie znormalizowanych elementów procedury kontroli magnetyczno-proszkowej pozwala jednoznacznie i powtarzalnie prowadzić badania i interpretować uzyskane wyniki.

Ogólne przepisy badań magnetyczno-proszkowych są zawarte w EN ISO 9934-1 [9]. W normie tej ustalono zasady przygotowania badanej powierzchni, stosowane techniki magnesowania, wymagania stawiane środkom wykrywającym rozproszone pole i sposobom ich użycia, a także zapis i interpretację uzyskanych wyników. W normie wprowadzono też postanowienia zawarte m.in. w powołaniach normatywnych dotyczących personelu wykonującego badania (EN 473 [7]),

Tablica I. Poziomy jakości badań magnetyczno-proszkowych złączy spawanych [6]

Table I. Levels of quality for magnetic-particle inspection of welded joints [6]

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817	Technika i klasa badania wg PN-EN ISO 17638	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 232278
B	Klasy nie określono	2x
C		2x
D		3x

Poziomy akceptacji 2 i 3 mogą być ustalone z oznaczeniem wstępnym X, co oznacza, że wszystkie wykryte wskazania liniowe powinny być oceniane wg poziomu 1. Jednak prawdopodobieństwo wykrycia wskazań mniejszych od podanych przez początkowy poziom akceptacji może być niskie.

wyposażenia (EN ISO 9934-2,3 [10, 11]) i warunków obserwacji (EN ISO 3059 [12]).

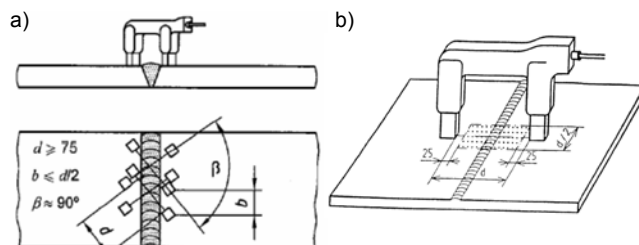
Norma ISO 17835 [6] zaleca metodę magnetyczno-proszkową, w połączeniu z kontrolą wizualną, do wykrywania dostępnych, powierzchniowych niezgodności spawalniczych we wszystkich rodzajach złączy spawanych ze stali ferrytycznych. W jej załączniku A-3 podano w tablicy 3A zależność między poziomami jakości wg EN ISO 5817 [13] a techniką badań wg EN ISO 17638 [14] i poziomami akceptacji wg EN ISO 23278 [15] (tabl. I).

Do badań metodą magnetyczno-proszkową opracowano normę terminologiczną PN EN 1330-7 [16], w której zdefiniowano terminy stosowane w tych badaniach i alfabetyczny indeks w języku polskim.

Norma EN ISO 17638 [14] zaleca bardzo precyzyjnie metodologię prowadzenia kontroli złączy spawanych wraz z rysunkami i wzorami obliczeń układów geometrycznych i danych elektrycznych, istotnych dla uzyskania odpowiedniego, dla kształtu kontrolowanego elementu, pola magnetycznego. Przykłady pokazano na rysunku 2. Przywołuje też normy ogólne dotyczące środków wykrywających (EN ISO 9934-2 [10]) i stosowanej aparatury (EN ISO 9934-3 [11]).

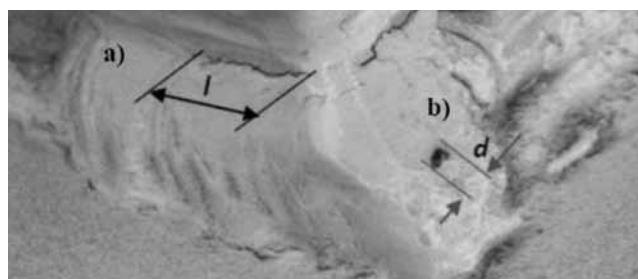
Norma wyrobu EN ISO 1723278 [15] podaje kryteria określania poziomów akceptacji na podstawie defektogramów proszkowych niezgodności spawalniczych. Defektogramy proszkowe to skupiska proszku magnetycznego, odwzorowujące nieciągłości materiałowe bezpośrednio na badanej powierzchni. Defektogramy są szersze od nieciągłości, nie pozwalają na określenie ich głębokości, ale umożliwiają określenie przybliżonej długości nieciągłości. W normie stosowane jest pojęcie *wskazanie*, czyli zobrazowanie nieciągłości w formie, jaką umożliwia zastosowana technika badania, w tym przypadku dla badań magnetyczno-proszkowych – defektogram proszkowy (wskazanie liniowe – długość większa od 3 szerokości, wskazanie nieliniowe – długość mniejsza lub równa 3 szerokościom). Przykłady wskazań pokazano na rysunku 3.

Poziomy akceptacji podane w normie określono na podstawie możliwości wykrycia niezgodności spawalniczych przy zastosowaniu technik badań podanych w normie EN ISO 17638 [15]. Są one przeznaczone przede wszystkim do badań produkcyjnych (tabl. II).



Rys. 2. Badanie złącza elektromagnesem jarmowym (a) i efektywny obszar badań (b) [14]

Fig. 2. Joint inspection with the use of magnet (a) and effective inspection area (b) [14]



Rys. 3. Defektogram proszkowy, wskazanie: a) liniowe, b) nieliniowe

Fig. 3. Powder defectoscope inspection results: a) linear, b) non-linear

Tablica II. Poziomy akceptacji wskazań [15]

Table II. Accepted levels of indication [15]

Rodzaj wskazania	Poziomy akceptacji		
	1	2	3
Wskazanie liniowe l – długość, mm	$l \leq 1,5$	$l \leq 3$	$l \leq 6$
Wskazanie nieliniowe d – wymiar dłuższej osi, mm	$l \leq 2$	$l \leq 3$	$l \leq 4$

Poziomy akceptacji 2 i 3 mogą być ustalone z oznaczeniem wstępnym X, co oznacza, że wszystkie wykryte wskazania liniowe powinny być oceniane wg poziomu 1. Jednak prawdopodobieństwo wykrycia wskazań mniejszych od podanych przez początkowy poziom akceptacji może być niskie.

Tablica III. Zalecane parametry badania [15]

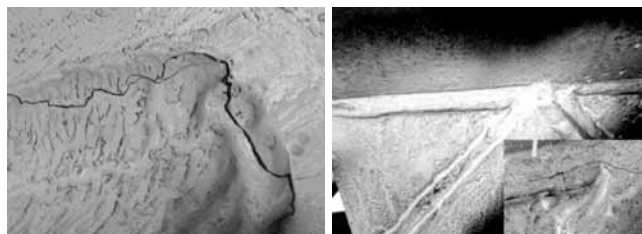
Table III. Recommended inspection parameters [15]

Poziomy akceptacji	Stan powierzchni	Środki wykrywające
1	Bardzo gładka powierzchnia ¹⁾	Fluoryzujące lub barwne ze środkiem kontrastowym
2	Gładka powierzchnia ²⁾	Fluoryzujące lub barwne ze środkiem kontrastowym
3	Zwykła powierzchnia ³⁾	Barwne ze środkiem kontrastowym lub fluoryzujące

¹⁾ **Bardzo gładka powierzchnia:** Lico spoiny i materiał podstawowy o gładkiej czystej powierzchni, z pomijalnymi podtopieniami, łuskowatością i rozpryskami. Taki stan powierzchni jest typowy dla spoin, które zostały wykonane automatycznie metodą TIG, pod topnikiem (w pełni zmechanizowane) i łukowo ręcznie z proszkiem żelaza.
²⁾ **Gładka powierzchnia:** Lico spoiny i materiał podstawowy o odpowiedniej gładkiej powierzchni, z nieznacznymi podtopieniami, łuskowatością i rozpryskami. Taki stan powierzchni jest typowy dla spoin, które zostały wykonane łukowo ręcznie w pozycji pionowej z góry na dół i metodą MAG, z zastosowaniem argonu do wykonywania ściegów licowych.
³⁾ **Powierzchnia zwykła:** Lico spoiny i materiał podstawowy w takim stanie jak po spawaniu. Taki stan powierzchni jest typowy dla spoin, które zostały wykonane łukowo ręcznie i metodą MAG w dowolnej pozycji.

Sąsiadujące ze sobą wskazania, których odległość jest mniejsza niż wymiar większego wskazania, należy oceniać jako pojedyncze, ciągłe wskazanie.

W załączniku A (informacyjnym) zalecono w tablicy A1 parametry badań do skutecznego wykrywania małych niezgodności spawalniczych. Środki wykrywające podano w kolejności ich zalecania (tabl. III) [15]. Na rysunku 4 pokazano przykładowe defektogramy proszkowe (wskazania) nieciągłości spawalniczych.



Rys. 4. Przykładowe defektogramy proszkowe pęknięć spawalniczych
Fig. 4. Example of cracks indicated with the use of powder defectoscope

Podsumowanie

Określanie poziomów jakości złączy spawanych na podstawie wyników badań nieniszczących wymaga uwzględnienia zapisów szeregu norm, które od lat sprawiały problemy techniczno-prawne [1, 2]. Rozbudowanie europejskiego systemu norm i zaleceń (normy podstawowe, normy badań i normy wyrobu) pozwala na stosunkowo łatwe opracowanie procedur i instrukcji kontrolnych w standardowych przypadkach badania złączy spawanych konstrukcji metalowych [3]. Zadaniem badań magnetyczno-proszkowych jest wykrycie nieciągłości powierzchniowych w materiałach ferromagnetycznych, ustalenie położenia i oszacowanie ich rozmiarów [4]. Stosowane w normach określenia *wskazanie liniowe* lub *nieliniowe* nie są pojęciami technologicznymi. *Wskazanie* to skupisko proszku magnetycznego nad nieciągłością materiałową. Część wskazań uznanych za istotne mogą stanowić wskazania fałszywe, wywołane przez różne czynniki: techniczno-proceduralne i subiektywne. Niepewność wyniku badania

defektoskopowego jest parametrem, charakteryzującym wpływ określonych czynników związanych z badanym obiektem i przebiegiem badania defektoskopowego na wynik tego badania [5]. Uzyskane wyniki oraz prawidłowe oszacowanie niepewności badań dają rzetelny obraz jakości kontrolowanego złącza.

W 2003 r. zmieniły się zasady stosowania Polskich Norm (PN). Do 31 grudnia 1993 r. stosowanie PN było obowiązkowe i pełniły one rolę przepisów. Nieprzestrzeganie postanowień PN było naruszeniem prawa. Od 1 stycznia 1994 r. stosowanie PN jest dobrowolne, przy czym do 31 grudnia 2002 r. istniała możliwość nakładania obowiązku stosowania PN przez właściwych ministrów. Od 1 stycznia 2003 r. stosowanie PN jest już całkowicie dobrowolne (Dz.U. z 2002 r. nr 169 poz. 1386, ustawa o normalizacji), z wyjątkiem działań wykonywanych ze środków publicznych, podlegających ustawie „Prawo zamówień publicznych”, która nakłada obowiązek ich uwzględnienia, oraz innych ustaw i rozporządzeń ministrów.

Literatura

- [1] Dudek K., Przystupa F., Sozański L.: Aspekty europejskiej normalizacji metod nieniszczących. *Prob. Masz. Rob.* 2002, z. 19.
- [2] Czuchryj J., Sikora S., Stanisławski K.: Problemy oceny jakości złączy spawanych różnymi metodami oraz wykonanych z różnych materiałów konstrukcyjnych. *Biuletyn Instytutu Spawalnictwa*, 2011, nr 1.
- [3] Pasternak J., Wolański R.: Procedura badań magnetyczno-proszkowych. *Przegląd Spawalnictwa*, 2002, nr 7.
- [4] Krawczyk R., Poch K.: Ocena czułości w badaniach magnetycznych-proszkowych. *Biuletyn Instytutu Spawalnictwa*, 2011, nr 4.
- [5] Hlebowicz J.: Źródła niepewności badań nieniszczących. *Badania materiałów*, 2001, nr 2.
- [6] PN-EN ISO 17635:2010. Badania nieniszczące złączy spawanych. Zasady ogólne dotyczące metali.
- [7] PN-EN 473: 2008. Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu.
- [8] ISO 9712:2005. Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu.
- [9] PN-EN ISO 9934-1:2005. Badania nieniszczące – Badania magnetyczno-proszkowe. Część 1: Zasady ogólne.
- [10] PN-EN ISO 9934-2:2003. Badania nieniszczące – Badania magnetyczno-proszkowe. Część 2: Środki wykrywające.
- [11] PN-EN ISO 9934-3:2003. Badania nieniszczące – Badania magnetyczno-proszkowe. Część 3: Aparatura.
- [12] PN-EN 3059:2005. Badania nieniszczące. Badania penetracyjne i badania magnetyczno-proszkowe. Warunki obserwacji.
- [13] PN-EN ISO 5817:2010. Badania nieniszczące złączy spawanych. Zasady ogólne dotyczące metali.
- [14] PN-EN ISO 17638:2006. Badania nieniszczące spoin – Badania magnetyczno-proszkowe spoin.
- [15] PN-EN ISO 23278:2010. Badania nieniszczące spoin – Badania magnetyczno-proszkowe spoin – Poziomy akceptacji.
- [16] PN EN 1330-7:2007. Badania nieniszczące. Terminologia. Część 7: Terminy stosowane w badaniach.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu NR 03 0039 06/09.