



ANALÝZA NORMALIZACE ZKOUŠENÍ SVARŮ KAPILÁRNÍ METODOU

ANALYSIS OF PENETRATION TESTS STANDARDIZATION OF WELDED JOINTS

Lesław SOZAŃSKI *, Piotr SULLIK **

*Politechnika Wroclawska, **Morska Stocznia Remontowa S.A.

Abstrakt

Normy pro kapilární zkoušení uvádějí četné požadavky, které musí být při zkoušení splněny. V příspěvku jsou popsány normy, které vymezují pracovní postupy při zkoušení svarů kapilární metodou. Analýza získaných indikací na zkoušeném povrchu svaru vykonaná přesně podle zásad uvedených v normách, výsledně umožňuje stanovení stupně jakosti zkoušeného svaru.

Abstract

The standards, that determine penetration testing conditions, conduct a very wide range of issues. In the paper the important group of standards were discussed. This group of standards describes procedures of penetrating testing of welded joints. Analysis of the penetrating test results, carried out on the tested surface according to the presented standards, allows to determine the quality level of tested joint.

1. Nedestruktivní zkoušení svarů

Svarové spoje kovových konstrukcí často představují kritická místa, která jsou nositelem strukturních vad. Svarové spoje mohou být též místem výskytu geometrických vrubů, které jsou častým iniciátorem únarvových trhlin materiálu. Metody nedestruktivního zkoušení umožňují s vysokou pravděpodobností odhalení výskytu těchto povrchových i vnitřních vad ve svarech.

Základem je norma ISO 17653[6], ve které jsou předepsány zásady zkoušení. Tato norma podává kritéria pro volbu metody zkoušení i hodnocení výsledků, v plné závislosti na použité metodě svařování, svařovaných materiálech, obrobení svaru, druhu svaru a jeho geometrie, požadovaného stupně jakosti svaru i na druhu a poloze eventuálních vad. V této normě je uveden i požadavek kvalifikace pracovníků vykonávajících nedestruktivní zkoušky (EN 473 [7] nebo ISO 9712 [8]).

2. Zkoušení svarů kapilární metodou

Kapilární metoda zkoušení (PT) umožňuje zjišťování povrchových necelistvostí prakticky u všech materiálů, pokud jsou zkušební komponenty (čistič, penetrant a vývojka) netečné k testovanému materiálu a tento materiál není nasáklivý, popřípadě porézní (neglazovaná keramika, odlitky, výkovky, svarové spoje, atd.). U kapilární metody se využívá jevu spočívajícím na vnikání penetrantu do tenkých otevřených strukturních nespojitostí, kdy

pak následně, s pomocí sacího účinku nanesené vývojky, je získán dobře viditelný defektogram. Použití normalizovaných složek procedury kontroly kapilární metodou umožňuje správné vykonání zkoušky, zajištění její opakovatelnosti i interpretaci získaných výsledků.

Všeobecné požadavky týkající se kapilárního zkoušení použitého ve výrobě i při exploataci uvádí norma PN EN 571-1 [9], která nahradila normu PN-ISO 3452:1997 [10]. Zde jsou uvedeny zásady přípravy zkoušeného povrchu, požadavky na komponenty kapilární zkušební metody, způsobu jejich použití, zápisu o provedení zkoušky i interpretaci výsledků. V této normě jsou uvedena i nařízení týkající se pracovníků vykonávajících zkoušky (EN 473 [7]), požadavků na testování komponent penetračních materiálů (PN-EN ISO 3452-2 [12]), etalonů EN ISO 345-3 [13]), přístrojového vybavení (EN ISO 345-4 [14]), zásad zkoušení při teplotách nad 50⁰ C (ISO 3452-5 [15], při teplotách nižších než 10⁰ C (ISO 3452-6 [16]) i požadavků na vyhodnocování defektogramů (EN ISO 3059 [17]). Doplněna je také speciální technologickou normou PN EN ISO 12706:2003 [21], uvádějících v abecedním seřazení až 38 termínů v angličtině, němčině a francouzštině.

Základní norma ISO 17835 [6] doporučuje kapilární metodu, spolu s vizuální kontrolou i ke zkoušení povrchových vad svarů austenitických ocelí, hliníkových slitin, slitin mědi, titanu a niklu.

V dodatku A-3 je v tabulce 2A uvedena závislost mezi stupněm jakosti podle EN ISO 5817 [18], technikou zkoušení podle EN ISO 3452-1 [11] a stupněm přípustnosti podle EN ISO 23277 [19] (tab. 1).

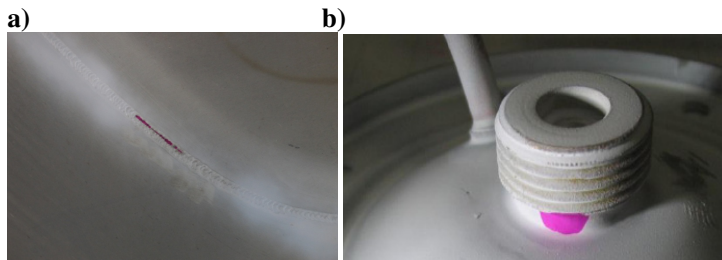
Tabulka 1. Zkoušení kapilární metodou – stupně přípustnosti [6]

Stupeň jakosti ve shodě s normou ISO 5817 nebo ISO 10042 Quality levels in accordance with ISO 5817 or ISO 10042	Zkušební technika a stupeň jakosti ve shodě s ISO 3452-1 Testing techniques and levels in accordance with ISO 3452-1	Stupeň jakosti podle ISO 23277 Acceptance levels in accordance with ISO 23277
B	Stupeň jakosti není specifikován Level not specified	2x
C		2x
D		3x

Stupně přípustnosti 2 a 3 mohou být doplněny znakem „X“, což znamená, že všechny zjištěné lineární indikace musí být hodnoceny ve stupni 1. Avšak pravděpodobnost zjištění menších indikací, než jsou uvedeny v tabulce s určením pro stanovení původního stupně přípustnosti, může být nízká.

Norma prEN ISO 3452-1 [11], vyžaduje velmi důsledné vykonání zkoušky. Odvolává se i na normy, které se týkají komponent zkušebnímu materiálu (EN ISO 9934-2 [12]) a použitých přístrojů (EN ISO 9934-3 [13]).

Norma EN ISO 23277 [19] uvádí kritéria určování stupňů přípustnosti na podkladě zjištěných povrchových vad vzniklých při svařování. Indikace, zobrazující vady přímo na zkoušeném povrchu, nedovolují však přímé určení velikosti a tvaru vady (obr.1, 2). V normě použitý výraz „indikace“ čili obraz vady, je jen takový, který umožňuje použítá technika zkoušení. V případě „kapilárek“ jde o barevný nebo fluorescenční defektogram získaný na zkoušeném povrchu. Může být stanoven jako indikace dlouhá (délka indikace je větší než trojnásobek šířky) nebo indikace krátká (délka kratší než trojnásobek šířky). Příklady indikací uvádí obr. 1.



Obr. 1. Barevné defektogramy vad

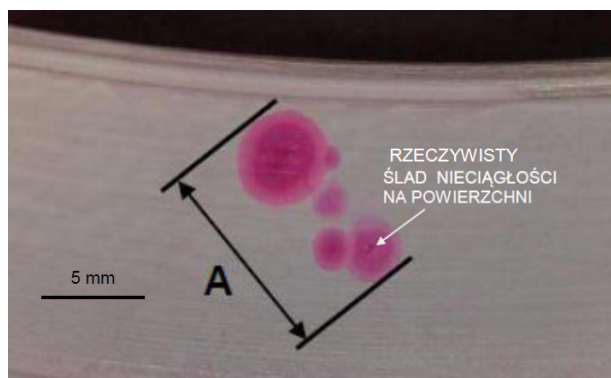
Stupně přípustnosti uvedené v normě EN ISO 23277 [19] byly stanoveny na základě možnosti zjištění vad jednotlivými metodami zkoušení. Tyto stupně přípustnosti jsou určeny především pro zkoušení ve výrobním sektoru (tab. 2).

Tabulka 2. Stupně přípustnosti indikací [19]

Typ indikací <i>Type of indication</i>	Stanovený stupeň ^{a)} viz anglický text <i>Acceptance level^{a)}</i>		
	1	2	3
Linéární indikace l = podélné indikace <i>Linear indication l = length of indication</i>	$l \leq 2$	$l \leq 4$	$l \leq 8$
Nelineární (sférické) indikace d = hlavní rozměr <i>Non-linear indication d = major axis dimension</i>	$d \leq 4$	$d \leq 6$	$d \leq 8$

^{a)} Acceptance levels 2 and 3 may be specified with a suffix "X" which de notes that all linear indications detected to level 1. However the probability of detection of indications smaller than those denoted by the original acceptance level can be low.

Sousedící indikace, jejichž vzdálenost je menší než hlavní rozměr a nejmenší indikace, se hodnotí jako indikace jediná [19].



Obr. 2. Sousedící indikace, představující jejich skutečný obraz na zkoušeném povrchu, jsou hodnoceny jako jediná dlouhá vada.

V dodatku A (informační) v tabulce A1 jsou uvedeny doporučené parametry zkoušení pro zjišťování malých vad. Zkušební materiály jsou zapsány v pořadí podle jejich použití (tab. 3) [19]. Na obr. 4 jsou uvedeny příklady defektogramů charakteristických vad vyskytujících se při svařování.

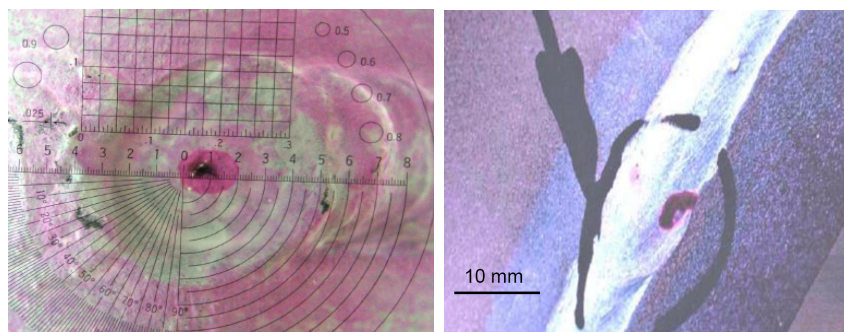
Tabulka 3. Doporučené parametry zkoušení [19]

Přijatý stupeň <i>Acceptance level</i>	Stav povrchu <i>Surface condition</i>	Typ penetračního systému <i>Type of penetrant system</i>
1	Závěrečné obrobení ^{a)} viz angl. text <i>Fine surface^{a)}</i>	Fluorescenční kapilární zkouška, normální citlivost podle ISO 3452-2. Barevná kapilární zkouška, vysoká citlivost ISO 3452-2 <i>Fluorescent penetrant system, normal sensitivity of high er to ISO 3452-2. Colour contrast penetrant, high sensitivity to ISO 3452-2</i>
2	Hladký povrch ^{b)} viz angl. text <i>Smooth surface^{b)}</i>	Jakýkoliv <i>Any</i>
3	Běžné obrobení ^{c)} viz angl. text <i>General surface^{c)}</i>	Jakýkoliv <i>Any</i>

a) The weki cap and parent material offer mooth clean surfaces with negligible undercut, rippling and spatter. The surface finish is typical of welds made by automatic TIG-welding, submerged arc welding (fully mechanized) and manual metal arc welding process using iron powder electrodes.

b) The weld cap and parent material offer reasonably smooth surfaces with minimal undercut, rippling and spatter. The surface finish is typical of welds made by manual metal arc welding vertical downwards and MAG welding using argon rich gas for the capping runs.

c) The weld cap and parent material are in the as-welded condition. The surface finish is typical of welds produced by the manual metal arc and MAG welding processes in any position.



Obr. 4. Defektogramy vad svarů

Závěr

Určování stupňů jakosti vždy způsobovalo technicko-právní problémy [1, 2]. Nové evropské zkušební normy a podobně i normy výrobní dovolují úpravu procedur a požadavků na výrobní kontrolu. Literární odkaz [3] prezentuje standardní případy zkoušení svarů kovových konstrukcí. Hlavním úkolem kapilárních zkoušek je zjišťování povrchových necelistvostí a jejich polohy [4]. Názvosloví použité v normách, jako např. indikace krátká nebo dlouhá nereprezentují v tomto případě technologické názvy. Některé indikace mohou být nepravé (falešné), což je často vyvoláno subjektivními faktory zkoušejícího. Správná analýza výsledků zkoušky a určení nedokonalosti zkoušení dají konečný obraz o jakosti kontrolovaného svařového spoje [5].

Literatura

- [1] Dudek K., Przystupa F., Sozański L.: Aspekty europejskiej normalizacji metod nieniszczących. *Prob.Masz.Rob.* 2002, z.19.
- [2] Czuchryj J., Sikora S., Staniszewski 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 penetracyjnych. *Przegląd Spawalnictwa*, 2002, nr 5.
- [4] Borowiecka – Wilczyńska A.: Badania penetracyjne. *Repetitorium. Biuro Gamma.* 2007.
- [5] Hlebowicz J.: Źródła niepewności badań nieniszczących. *Badania materiałów*, 2001, nr 2.

Normy

- [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 571-1:1999. Badania nieniszczące – Badania penetracyjne. Zasady ogólne.
- [10] (PN)-ISO 3452:1997. Badania nieniszczące – Badania penetracyjne. Zasady ogólne.
- [11] EN ISO 3452-1:2011. Draft. Non-destructive testing - Penetrant testing Part 1: General principles (ISO/DIS 3452-1:2011).
- [12] (PN)-EN ISO 3452-2: 2006. Badania nieniszczące – Badania penetracyjne. Część 2: Badanie materiałów do badań metodą PT.
- [13] (PN)-EN ISO 3452-3:2001. Badania nieniszczące – Badania penetracyjne. Część 3: Etalony
- [14] (PN)-EN ISO 3452-4:2001. Badania nieniszczące – Badania penetracyjne. Część 4: Wyposażenie.
- [15] ISO 3452-5:2008. Non-destructive testing – Penetrant testing – Part 5: Penetrant testing at temperatures higher than 50⁰ C.
- [16] ISO 3452-6:2008. Non-destructive testing – Penetrant testing – Part 6: Penetrant testing at temperatures lower than 10⁰ C.

- [17] (PN)-EN 3059:2005. Badania nieniszczące. Badania penetracyjne i badania magnetyczno-proszkowe. Warunki obserwacji.
- [18] (PN)-EN ISO 5817:2010. Badania nieniszczące złączy spawanych. Zasady ogólne dotyczące metali.
- [19] (PN)-EN ISO 23277:2010 Badanie nieniszczące spoin - Badanie penetracyjne spoin - Poziomy akceptacji.
- [20] (PN) EN 1330-7:2007. Badania nieniszczące. Terminologia. Część 7: Terminy stosowane w badaniach nieniszczących.
- [21] (PN)-EN ISO 12706:2003. Badania nieniszczące - Terminologia - Terminy stosowane w badaniach penetracyjnych.

Příspěvek vznikl pro realizaci projektu nr R 03 0039 06/09