

Porównanie wymagań norm PN-M-69770 oraz PN-EN ISO 17636-1

A comparison of the requirements of standards PN-M-69770 and PN-EN ISO 17636-1

Streszczenie

W lipcu 2002 r. została wycofana, używana od 1961 roku norma PN-M-69770, dotychczas obowiązująca przy badaniach złączy spawanych. Ponad rok wcześniej, w kwietniu 2001 roku wprowadzono w Polsce do użycia PN-EN 1435 dotyczącą techniki badań radiograficznych złączy spawanych (została ona zastąpiona w 2013 przez PN-EN ISO 17636-1). Jednak pomimo upływu piętnastu lat przepisy obowiązujące „za starych czasów” nadal są używane przy kontroli radiograficznej spoin konstrukcji wykonywanych obecnie oraz przy badaniach eksploatacyjnych.

W artykule porównano zakresy stosowania obu przepisów w celu zbadania możliwości zastąpienia PN-M-69770 normą PN-EN-ISO 17636-1. Porównanie ograniczono do promieniowania X uzyskanego z lamp rentgenowskich o napięciu do 400 kV.

Słowa kluczowe: badania nieniszczące; radiografia; PN-M-69770; PN-EN ISO 17636-1

Abstract

In July 2002, after using since 1961 to research of welded connection, standard PN-M-69770 was withdrawn. More than year before this date, in April 2001, made to use in Poland standard PN-EN 1435 on technique of radiographic research of welded connection (it was replaced in 2013 by PN-EN ISO 17636-1). However, despite the passage of fifteen years, the rules in force in “the old days” are still used during radiographic control of welded structures made now and during tests in-service.

In the article were compared scopes of the two provisions in order to explore the possibility of replacing standard PN-M-69770 by standard PN-EN-ISO 17636-1. A comparison limited to radiation X obtained from X-ray tubes with a voltage to the 400 kV.

Keywords: non-destructive testing; radiography; PN-M-69770; PN-EN ISO 17636-1

Wstęp

W 1924 r. na podstawie uchwały podjętej na posiedzeniu Komitetu Technicznego dla normalizacji wyrobów przemysłowych oraz ich dostawy powstaje Polski Komitet Normalizacyjny (PKN), a Polska Norma (PN) jest uznana za oficjalny dokument do dobrowolnego stosowania. W 1949 r. Ustawa o Polskim Komitecie Normalizacyjnym wprowadza normy jako dokumenty do obowiązkowego stosowania. W 1993 r. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) jest reaktywowany na mocy przepisów Ustawy o normalizacji z dnia 3 kwietnia 1993 r. Ustawa wprowadza dobrowolny system normalizacyjny zgodny z systemem europejskim. Polskie Normy ponownie zyskują status dokumentów do dobrowolnego stosowania [1].

Jako dokumentacja dobrowolnie stosowana normy stanowią w tym podejściu odzwierciedlenie aktualnego stanu wiedzy technicznej. Wraz z rozwojem techniki i poziomowi wiedzy zmieniają się stosowane standardy, czego następstwem jest stworzenie nowych i wycofaniem dotych-

czas stosowanych przepisów. Należy podkreślić fakt, że norma wycofana pozostaje w dalszym ciągu normą „zgodną” i nie ma formalnego zakazu postępowania zgodnie z normą wycofaną, której rozwiązania nie są błędne. Podmioty realizujące projekt określają który ze standardów chcą stosować – co jest w pełni zgodne z zasadą dobrowolnego stosowania dokumentów.

W lipcu 2002 r. została wycofana, używana od 1961 roku norma PN-M-69770, dotychczas obowiązująca przy badaniach złączy spawanych. Ponad rok wcześniej, w kwietniu 2001 roku wprowadzono w Polsce do użycia PN-EN 1435 dotyczącą techniki badań radiograficznych złączy spawanych (została ona zastąpiona w 2013 przez PN-EN ISO 17636-1). Jednak pomimo upływu piętnastu lat przepisy obowiązujące „za starych czasów” nadal są używane przy kontroli radiograficznej spoin konstrukcji wykonywanych obecnie oraz przy badaniach eksploatacyjnych.

Mgr inż. Konrad Ogonowski – Laboratorium Badań Nieniszczących „AR” w Szczecinie; **mgr inż. Małgorzata Ogonowska** – Akademia Morska w Szczecinie.

Autor korespondencyjny/Corresponding author: kogon@wp.pl

W artykule porównano zakresy stosowania obu przepisów w celu zbadania możliwości zastąpienia PN-M-69770 normą PN-EN-ISO 17636-1.

Porównanie ograniczono do promieniowania X uzyskanego z lamp rentgenowskich o napięciu do 400 kV.

Zakres norm

Zakres stosowania normy PN-M-69770 ograniczono do grubości ścianek do 100 mm stali i powszechnie w Polsce używanych źródeł promieniowania: promieniowanie aparatów rentgenowskich do 400 kV oraz źródeł promieniowania gamma Ir 192, Cs 137 i Co 60 [2].

PN-EN ISO 17636-1 przewiduje badania różnych metali (miedź, stal, aluminium, tytan i ich stopy), stali do grubości 150 mm, promieniowaniem X uzyskanym w aparatach rentgenowskich do 1000 kV oraz izotopami Yb 169, Tm 170, Se 75, Ir 192 i Co 60. Ponadto przepisy przewidują użycie źródeł promieniowania X o energii od 1 MeV do ponad 12 MeV [3].

Klasyfikacja metod badań

PN-M-69770 dzieli metody badań na dwa główne rodzaje: badania przez jedną ściankę i badania przez dwie ścianki. Każda z tych metod jest podzielona na kilka odmian.

Pierwszą metodę podzielono na:

- metodę podstawową – badanie spoiny prostej, obustronnie dostępnej;
- metodę zewnętrzną – badanie spoiny zakrzywionej, obustronnie dostępnej;
- metodę centryczną – badanie spoiny obwodowej, obustronnie dostępnej, źródło promieniowania umieszczone w środku krzywizny spoiny;
- metodę ekscentryczną – badanie spoiny obwodowej, obustronnie dostępnej, źródło promieniowania umieszczone wewnątrz badanego przedmiotu w płaszczyźnie przechodzącej przez obwód spoiny o odległości optymalnej od błony.

Z kolei druga metoda podzielona jest na:

- metodę podstawową przesłoniętą – badanie spoiny prostej niedostępnej od strony wewnętrznej;
- metodę obwodową – badanie spoiny obwodowej, niedostępnej od strony wewnętrznej, źródło promieniowania umieszczone na obwodzie spoiny lub w niewielkiej od niej odległości;
- metoda półeliptyczna – badanie spoiny obwodowej, niedostępnej od strony wewnętrznej, źródło promieniowania znacznie oddalone od spoiny i nieco przesunięte względem płaszczyzny spoiny przechodzącej przez obwód, błona przylega do spoiny;
- metoda eliptyczna – badanie spoiny obwodowej o małej średnicy, źródło promieniowania znacznie oddalone od spoiny i przesunięte względem płaszczyzny spoiny, badanie dotyczy odcinka spoiny przyległego do błony oraz od strony źródła promieniowania.

W PN-EN ISO 17636-1 zawarte są wszystkie wymienione metody (układy) badań, a także dodatkowo układy do badań spoin króćców czy spoin pachwinowych. Porównanie tych metod zawarte jest w tabelicy I.

W PN-M-69770 poza przedstawieniem metod badań nie podano szczegółowych wymagań dotyczących poszczególnych technik prześwietlania.

I tak:

- nie podano zakresu stosowania techniki eliptycznej (zakresu średnic i grubości ścianek rur, ilości ekspozycji);
- nie jest uwzględniona technika prześwietlania prostopa-

dłego (Rysunek 12 normy PN-EN ISO 17636-1);

- brak jest wymagania oznaczania wskaźnika jakości obrazu literą „F” w przypadku umieszczenia go od strony błony w przypadku technik dwuściennych;
- nie określono minimalnej liczby radiogramów, koniecznych do wykonania badania złączy obwodowych (Załącznik A normy PN-EN ISO 17636-1).

Błony i okładki wzmacniające

W PN-M-69770 podzielono błony radiograficzne, w zależności od czułości, kontrastowości i ziarnistości, na typy oznaczone rzymskimi liczbami od I do IV (Tabela 1). Błony niższego typu mają małą czułość i bardzo dużą kontrastowość a wyższego typu – bardzo dużą czułość i bardzo małą kontrastowość.

Dodatkowo w tabelicy na stronie 8 (tabela ta nie ma swojego numeru) podano klasyfikację błon wybranych producentów w zależności od typu błony. I tak odpowiednikiem błony typu I jest między innymi błona Structurix D4 firmy Agfa, co odpowiada błonie klasy C3 wg PN-EN ISO 11699-1, zaś błonom typu II odpowiadają błony D5 (C4) i D7 (C5). I właśnie te typy błon zalecane są do stosowania w PN-EN ISO 17636-1.

W PN-M-69770 określono maksymalną gęstość optyczną zadymienia dla błon typu I i II na poziomie 0,2 i jest to mniej niż w PN-EN ISO 17636-1, wg której gęstość zadymienia może wynosić maksymalnie 0,3.

W Tabelicy 2 PN-M-69770 podano zalecane grubości ołowianych okładek wzmacniających w zależności od źródła promieniowania. Wynika z niej, że najczęściej stosowane (zgodne z PN-EN ISO 17636-1) okładki przednie o grubości 0,05 mm oraz okładki tylne 0,1 mm spełniają wymagania dla promieniowania o napięciu do 250 kV, dla źródeł silniejszych należy stosować okładki grubsze. Pakowane fabrycznie błony gotowe do użycia z okładkami przednią i tylną o grubości 0,027 mm wg PN-M-69770 nie mogą być używane ze względu na minimalną grubość okładki tylnej.

Porównanie grubości ołowianych okładek wzmacniających przedstawiono w tabelicy II.

Jakość obrazu radiograficznego

PN-M-69770 dzieli radiogramy wg jakości obrazu radiograficznego na klasy:

- 1 – klasa podwyższonej wykrywalności,
- 2 – klasa normalnej wykrywalności,
- 3 – klasa obniżonej wykrywalności.

O zakwalifikowaniu radiogramu do określonej klasy jakości obrazu radiograficznego decydują widoczne na nim elementy wskaźnika jakości obrazu o wymiarach podanych w tabeli 3, 4, 5 lub 6 normy, w zależności od rodzaju wskaźnika, miejsca jego umieszczenia oraz grubości materiału spawanego.

W PN-EN ISO 17636-1 rozróżnia się dwie klasy technik radiograficznych:

- Klasa A: techniki podstawowe,
- Klasa B: techniki ulepszone.

O zakwalifikowaniu radiogramu do poszczególnych klas decydują między innymi: widoczne elementy wskaźnika jakości obrazu, zastosowany system błon i okładek, odległość źródła od obiektu, maksymalny obszar pojedynczego naświetlenia, gęstość optyczna radiogramu. Porównując techniki wykonania radiogramu wg obu norm wzięto pod uwagę średnicę widocznych wskaźników jakości obrazu typu przeciwnego, tabela III i tabela IV.

Tablica I. Porównanie układów badań norm PN-M-697700 i PN-EN ISO 17636-1
 Table I. A comparison of the systems research standards PN-M-697700 i PN-EN ISO 17636-1

Lp.	PN-M-69770		PN-EN ISO 17636-1	
	Nr rysunku	Rysunek	Nr rysunku	Rysunek
1	1a		1	
2	1b		2	
3	1c		5	
4	1d		8	
5	2a		15	
6	2b		14	
7	2c		13	
8	2d		11	

Tablica II. Porównanie grubości okładek wzmacniających
Table II. A comparison of thickness of reinforcement covers

Lp.	Napięcie źródła promieniowania X	Grubość okładki wzmacniającej wg PN-M-69770		Grubość okładki wzmacniającej wg PN-EN ISO 17636-1	
		przednia	tylna	przednia	tylna
1	≤ 100 kV	0,02÷0,05 mm	≥ 0,10 mm	≤ 0,03 ^a	≤ 0,03 ^a
2	> 100 kV do 120 kV	0,02÷0,05 mm	≥ 0,10 mm	≤ 0,15	≤ 0,15
3	> 120 kV do 150 kV	0,02÷0,15 mm	≥ 0,10 mm	≤ 0,15	≤ 0,15
4	> 150 kV do 250 kV	0,02÷0,15 mm	≥ 0,10 mm	0,02÷0,15 mm	0,02÷0,15 mm
5	> 250 kV do 400 kV	0,10÷0,15 mm	≥ 0,15 mm	0,02÷0,20 mm	0,02÷0,20 mm

^a lub bez okładek

Tablica III. Porównanie wskaźników jakości obrazu przy prześwietlaniu przez jedną ściankę i wskaźniku IQI od strony źródła
Table III. A comparison of the indicators of image quality in the radiograph by one wall and indicator IQI from the source side

Klasa I wg PN-M-69770 oraz klasa B wg PN-EN ISO 17636-1						Klasa II wg PN-M-69770 oraz klasa A wg PN-EN ISO 17636-1					
Grubość prześwietlana mm		wg PN-M-69770		wg PN-EN ISO 17636-1		Grubość prześwietlana mm		wg PN-M-69770		wg PN-EN ISO 17636-1	
po- wyżej	do	Średnica pręcika mm	Wiel- kość IQI	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI	po- wyżej	do	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI
	1,5	0,100	W16	0,050	W19		1,2	0,125	W14	0,063	W18
1,5	2,5	0,100	W16	0,063	W18	1,2	2	0,125	W14	0,063	W18
2,5	4	0,100	W16	0,080	W17	2	3,5	0,125	W14	0,100	W16
4	6	0,125	W15	0,100	W16	3,5	4	0,125	W14	0,125	W15
6	8	0,125	W15	0,125	W15	4	5	0,20	W13	0,125	W15
8	11	0,125	W14	0,125	W14	5	7	0,20	W13	0,125	W14
11	12	0,20	W13	0,125	W14	7	8	0,20	W13	0,20	W13
12	16	0,20	W13	0,20	W13	8	10	0,25	W12	0,20	W13
16	20	0,25	W12	0,20	W13	10	11	0,25	W12	0,25	W12
20	25	0,25	W12	0,25	W12	11	15	0,32	W11	0,25	W12
25	30	0,32	W11	0,25	W12	15	16	0,32	W11	0,32	W11
30	32	0,32	W11	0,32	W11	16	25	0,40	W10	0,32	W11
32	35	0,40	W10	0,32	W11	25	32	0,50	W9	0,40	W10
35	40	0,40	W10	0,40	W10	32	40	0,63	W8	0,50	W9
40	45	0,50	W9	0,40	W10	40	55	0,80	W7	0,63	W8
45	50	0,50	W9	0,50	W9	55	60	0,80	W7	0,80	W7
50	65	0,63	W8	0,50	W9	60	80	1,00	W6	0,80	W7
65	80	0,63	W8	0,63	W8	80	85	1,25	W5	0,80	W7
80	100	0,80	W7	0,63	W8	85	100	1,25	W5	1,00	W6

Tablica IV. Porównanie wskaźników jakości obrazu przy prześwietlaniu przez dwie ścianki i wskaźniku IQI od strony błony
Table IV. A comparison of the indicators of image quality in the radiograph by two walls and indicator IQI from the membrane side

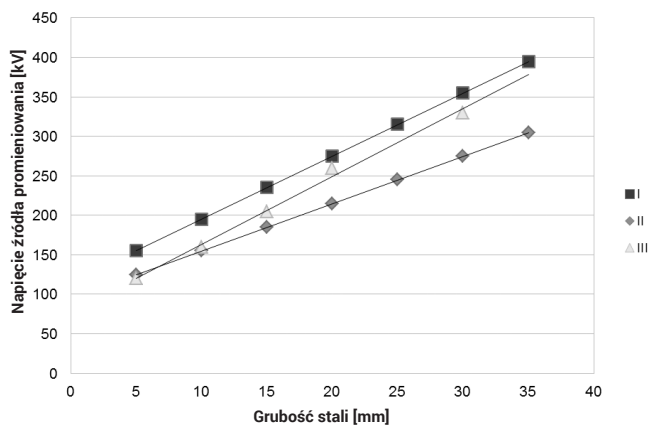
Klasa I wg PN-M-69770 oraz klasa B wg PN-EN ISO 17636-1						Klasa II wg PN-M-69770 oraz klasa A wg PN-EN ISO 17636-1					
Grubość prześwietlana mm		wg PN-M-69770		wg PN-EN ISO 17636-1		Grubość prześwietlana mm		wg PN-M-69770		wg PN-EN ISO 17636-1	
powyżej	do	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI	powyżej	do	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI	Średnica pręcika mm	Wielkość IQI
	1,5	0,100	W16	0,050	W19		1,2	0,125	W14	0,063	W18
1,5	2,5	0,100	W16	0,063	W18	1,2	2	0,125	W14	0,080	W17
2,5	4	0,100	W16	0,080	W17	2	3,5	0,125	W14	0,100	W16
4	6	0,125	W15	0,100	W16	3,5	4	0,125	W14	0,125	W15
6	8	0,125	W15	0,125	W15	4	5	0,20	W13	0,125	W15
8	11	0,125	W14	0,125	W15	5	8	0,20	W13	0,125	W14
11	12	0,20	W13	0,125	W15	8	10	0,20	W13	0,125	W14
12	18	0,20	W13	0,16	W14	10	11	0,25	W12	0,20	W13
18	20	0,20	W13	0,20	W13	11	15	0,32	W11	0,20	W13
20	29	0,25	W12	0,20	W13	15	20	0,32	W11	0,25	W12
29	30	0,32	W11	0,20	W13	20	22	0,40	W10	0,25	W12
30	36	0,32	W11	0,25	W12	22	36	0,50	W9	0,32	W11
36	45	0,40	W10	0,25	W12	36	38	0,63	W8	0,32	W11
45	55	0,50	W9	0,32	W11	38	48	0,63	W8	0,40	W10
55	65	0,50	W9	0,40	W10	48	50	0,63	W8	0,50	W9
65	70	0,63	W8	0,40	W10	50	60	0,80	W7	0,50	W9
70	100	0,63	W8	0,50	W9	60	70	0,80	W7	0,63	W8
						70	85	1,00	W6	0,63	W8
						85	100	1,00	W6	0,80	W7

Wynika z tego, że klasie 1 obrazu radiograficznego odpowiada technika B, zaś klasie 2 – technika A, ponieważ wymagania co do widoczności odpowiednich pręcików w normie PN-EN ISO 17636-1 są ostrzejsze dla określonych grubości prześwietlanych blach.

Dobór źródła promieniowania oraz warunków geometrycznych

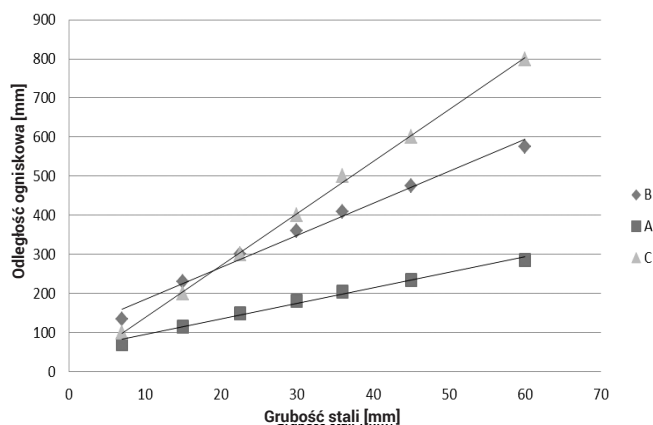
Norma PN-M-69770 określa dobór maksymalnego napięcia na lampie rentgenowskiej oraz minimalną odległość

źródło–obiekt w zależności od grubości badanego elementu, rozmiaru źródła, typu błon i okładek wzmacniających, niezależnie od klasy jakości obrazu radiograficznego. Zaś w PN-EN ISO 17636-1 parametry ekspozycji (napięcie i odległość źródło–obiekt) nie są bezpośrednio uzależnione od klasy systemu błon okładek wzmacniających. Jednak analizując wykresy i nomogramy dotyczące dobierania wyżej wymienionych parametrów w obu normach, można zaobserwować, że PN-M-69770 zaleca stosowanie niższych napięć dla błon klasy C3 oraz wyższych dla błon C4, C5, rysunek 1 i większych odległości niż PN-EN ISO 17636-1 (w klasie B), rysunek 2.



Rys. 1. Porównanie maksymalnych napięć w zależności od prześwietlanej grubości. Oznaczenia: I, II – maksymalne napięcia dla błon, odpowiednio typu I i II wg PN-M-69770, III – maksymalne napięcie wg PN-EN ISO 17636-1

Fig. 1. A comparison of maximum voltages depending on the overexposed thickness. Markings: I, II - maximum voltages for membranes, respectively type I and II according to PN-M-69770, III - maximum voltage according to PN-EN ISO 17636-1



Rys. 2. Porównanie minimalnej odległości ogniskowej w zależności od prześwietlanej grubości. Oznaczenia: A, B – minimalna odległość ogniskowa dla klas, odpowiednio A i B wg PN-EN ISO 17636-1, C – minimalna odległość ogniskowa wg PN-M-69770

Fig. 2. A comparison of minimum focal distance depending on the radiographed thickness. Symbols: A, B – minimum focal distance for class, respectively A and B according with PN-EN ISO 17636-1, C – minimum focal distance according with PN-M-69770

Dobór warunków ekspozycji

Wymagana gęstość optyczna radiogramu wg PN-M-69770 zależy od typu błony i okładek wzmacniających. Dla błon klasy I i II powinna zawierać się w zakresie od 2,0 do 3,0, jednak w przypadku zastosowania do przeglądania radiogramów negatoskopu pozwalającego na uzyskaniu na powierzchni radiogramu luminancji nie mniejszej niż 10 cd/m², dopuszcza się gęstości optyczne powyżej 3,0. Brak jednak informacji o maksymalnym dopuszczalnym zaczernieniu ocenianego radiogramu.

Warunki geometryczne ekspozycji powinny być tak dobrane, by zaczernienia w całym obszarze mieściły się w podanym zakresie.

Norma PN-EN ISO 17636-1 określa minimalne zaczernienie radiogramu w obszarze ocenianym w zależności od klasy badania: 2,0 dla klasy A lub 2,3 dla klasy B. Maksymalne zaczernienie jest ograniczone możliwościami będącego do dyspozycji negatoskopu.

Norma PN-M-69770 zaleca stosowanie minimalnej ekspozycji, która dla błon typu I wynosi 30 a dla błon typu II – 20, czego w PN-EN ISO 17636-1 nie ma.

Wnioski

Stosując normę PN-EN ISO 17636-1 w zastępstwie PN-M-69770 należy wziąć pod uwagę następujące rzeczy:

- obydwie normy zalecają podobne układy badań;
- obydwie normy dopuszczają stosowanie powszechnych na rynku ołowianych okładek wzmacniających, o grubości ołowiu 0,05 i 0,1 mm oraz pakowane fabrycznie błony gotowe do użycia z okładkami 0,027 mm;
- norma PN-EN ISO 17636-1 stawia ostrzejsze wymagania co do widoczności odpowiedniego pręcika wzorca IQI;
- minimalne odległości źródło–obiekt są na ogół większe dla PN-M-69770;
- norma PN-M-69770 dla błon klasy C4 i C5 wymaga stosowania niższych napięć niż PN-EN ISO 17636-1;
- zakres zaczernienia radiogramów wg obydwu norm pokrywa się.

Literatura

- [1] Historia PKN w pigułce. Najważniejsze wydarzenia w historii Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. <http://www.pkn.pl/historia-pkn-w-pigulce-0>
- [2] PN-M-69770:1972 Radiografia przemysłowa – Radiogramy spoin czołowych w złączach doczołowych ze stali – Wymagania jakościowe i wytyczne wykonania.
- [3] PN-EN ISO 17636-1:2013-06 Badania nieniszczące spoin – Badanie radiograficzne – Część 1: Techniki promieniowania X i gamma z błoną.