

SPAVALNICTWO	NORMA BRANŻOWA	BN-89
	Spawanie konstrukcji lotniczych Elektrody otulone do spawania stali węglowych i niskostopowych	4101-10
		Grupa katalogowa 0305

1. WSTĘP

Przedmiotem normy są elektrody otulone stosowane do łukowego spawania elementów konstrukcji lotniczych ze stali niskowęglowych i niskostopowych

Norma określa wymagania i badania dotyczące elektrod adaptowanych z licencji (nie mających odpowiedników wg Polskich Norm) oraz wymagania i badania specjalne dla elektrod klasy 1 CRNO rodzaju ESCr-MoB wg PN-74/M-69434 (spełniających wymagania licencyjne) zakwalifikowanych do spawania konstrukcji lotniczych

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE2.1 Podział elektrod adaptowanych z licencji

2.1.1 Rodzaje. W zależności od składu otuliny rozróżnia się 3 rodzaje elektrod - wg tabl 1

Tablica 1

Oznaczenie rodzaju elektrody	Składnik otuliny	Zawartość składnika %, wagowo
WI-9-6	Dwutlenek tytanu	46
	Węglan baru	30
	Kreda	16
	Dwutlenek manganu	8
N-3M	Marmur	45
	Fluoryt	25
	Zelazomangan	5
	Zelazokrzem	6
	Zelazotytan	14,5
	Żelazochrom	2
	Chrom	1
WI-12-6	Marmur	60
	Fluoryt	29
	Kaolin	5
	Zelazokrzem	3
	Zelazotytan	

2.1.2. Odmiany W zależności od gatunku pręta elektrodowego rozróżnia się 2 odmiany elektrod - wg tabl 2

Tablica 2

Oznaczenie odmiany elektrody	Gatunek pręta elektrodowego
SpG1	SpG1 - wg PN-77/M-69420
Sv-HN80	Sv-HN80 ¹⁾
1) Informacje dodatkowe p 6	

2.2 Podział elektrod ESCr-MoB - wg PN-74/M-69434

2.3 Sposób budowy oznaczenia Oznaczenie elektrody powinno zawierać następujące dane

- oznaczenie średnicy elektrody,
- oznaczenie klasy (tylko dla elektrod wg PN-74/M-69434),
- oznaczenie rodzaju elektrody (z oznaczeniem otuliny zasadowej B tylko dla elektrod wg PN-74/M-69434),
- oznaczenie odmiany (tylko dla elektrod adaptowanych z licencji),
- nr normy

2.4 Przykład oznaczenia

a) elektrody adaptowanej z licencji, o średnicy 2,5 mm, rodzaju WI-9-6, odmiany SpG1

ELEKTRODA 2,5 WI-9-6/SpG1 BN-89/4101-10

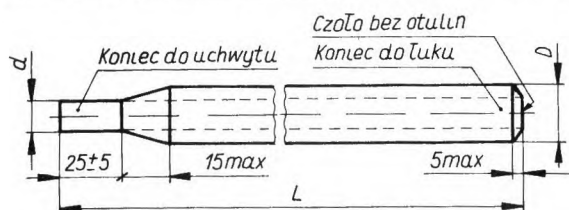
b) elektrody wg PN-74/M-69434 o średnicy 4 mm, klasy 1CrMo, rodzaju ESCr-Mo, z otuliną zasadową B

ELEKTRODA 4 1CrMo/ESCr-MoB BN-89/4101-10

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa dnia 3 marca 1989 r
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1989 r
(Dz Norm i Miar nr 4/1989 poz 8)

3 WYMAGANIA

3.1 Wymiary elektrody otulonej - wg rys. 1 i tabl. 3



BN-89/4101-10-1

Rys. 1 Wymiary elektrody otulonej

3.3 Właściwości spawalnicze elektrod otulonych

- Łuk elektryczny powinien łatwo się zajarzać i jarzyć się bez przerw w warunkach podanych przez wytwórcę w metryce elektrody,
- otulina elektrody powinna topić się równomiernie, bez nadmiernego pryskania, odpadania kawałków otuliny lub tworzenia tzw. języka z nie stopionej otuliny, utrudniającego spawanie w sposób ciągły,
- zuzel tworzący się na spoinie powinien równomiernie pokrywać spoinę, a po ostygnięciu łatwo się odłączać od spoiny przy jego usuwaniu,
- stopiwo uzyskane z elektrod nie powinno mieć pęknięć,

Tablica 3

Oznaczenie elektrody	Średnica elektrody		Długość elektrody	Średnica otuliny	Mimosrodowosć otuliny nie więcej niż
	d		L	D	%
			mm		
WI-9-6/SpG1	2,5	-0,06	350	2,65 - 2,70	nie ocenia się
N-3M/SpG1	2		250	3,10 - 3,30	
	2,5	350	3,80 - 4,00		
	3,25		4,75 - 5,05		
	4	-0,08	400	6,00 - 6,30	
WI-12-6/Sv-HN80	5	-0,09	450	7,50 - 7,90	2,5
	2,5		250	3,20 - 3,50	
	3		250 lub 350	3,80 - 4,10	
1Cr-Mo/ESCrMoB	4	-0,12	350	5,40 - 5,90	
	2	-0,05	250 lub 300	nie ocenia się	
	2,5	-0,06	300 lub 350		
	3,25	-0,07	350 lub 450		
	4				
5	-0,08	450			

Dla elektrod z otuliną prasowaną odchyłka długości elektrody wynosi ± 3 mm, a dla elektrod z otuliną nanbszą zanurzeniowo ± 7 mm

Za zgodą zamawiającego i wytwórcy dopuszcza się produkcję elektrod o innej długości i o innych odchyłkach średnic elektrody niż podano w tablicy

3.2 Otulina

3.2.1 Wymagania ogólne. Otulina powinna być jednorodna. Dopuszcza się wady powierzchniowe otuliny nie wpływające na właściwości elektrody, dopuszcza się brak otuliny przy końcu do łuku na długości poł. średnicy elektrody od czoła. Konce elektrody powinny być oczyszczone z otuliny wg rys. 1.

3.2.2. Odporność otuliny na uderzenia i wstrząsy. Otulina powinna przylegać do pręta elektrodowego. Dopuszcza się miejscowe odpryski o łącznej długości do 20 mm

e) elektroda powinna nadawać się do spawania w pozycjach określonych przez wytwórcę

3.4. Dopuszczalna obecność wad w spoinie. Dopuszczalne wady w postaci pęcherzy wtrąceń i porowatości - wg tabl. 4

Pęknięcia w spoinie są niedopuszczalne, z wyjątkiem pęknięć w kraterach, które wraz z kraterami należy zaliczyć do wad wykonawczych

Tablica 4

Parametr wady	Dopuszczalne wielkości dla elektrod o średnicy mm					
	2	2,5	3	3,25	4	5
Długość pojedynczej wady w mm						
- pęcherza lub wtrącenia	0,7 (1,0)		1,0		1,5	
- pory	0,5 (0,7)		0,7		1,0	
Odstęp między wadami większymi od drobnych w mm ¹⁾	≥ 10					
Liczba drobnych wad na 1 cm ² powierzchni spoiny z wyjątkiem łańcucha pęcherzy ²⁾	≤ 5 sztuk					
Długość łańcucha drobnych pęcherzy w mm	(≤ 25)					
Łączna długość wad w mm w dowolnym odcinku złącza o długości 100 mm						
- pęcherzy i wtrąceń	≤ 10		(≤ 12)			
- porowatości	≤ 7		(≤ 9)			
Wartości podane w nawiasach dotyczą tylko elektrody WI-9-6/SpG1						
1) Za wadę drobną należy uważać wadę o długości nie przekraczającej 70% dopuszczalnej maksymalnej długości wady						
2) Za łańcuch pęcherzy należy uważać co najmniej 4 pęcherze w szeregu, wzdłuż spoiny, w odstępach nie większych niż potrójna długość pęcherza największego						

3.5 Skład chemiczny i własności mechaniczne stopiwa oraz spoiny w złączu - wg tabl 5

3.6 Cechowanie Elektrody należy cechować za pomocą barw rozpoznawczych lub przez umieszczenie symbolu gatunku elektrody na otulinie. Symbol gatunku elektrody oraz barwę rozpoznawczą ustala wytworca.

4. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

Pakowanie, przechowywanie i transport wg PN-74/M-69430

5. BADANIA

5.1 Rodzaje badań

- ogłędziny zewnętrzne (3.2.1, 3.6),
- sprawdzenie wymiarów (3.1),
- badanie odporności otuliny na uderzenia i wstrząsy (3.2.2),
- badanie własności spawalniczych elektrod (3.3),
- sprawdzenie obecności wad w spoinie (3.4) - na ządanie zamawiającego,
- badanie własności mechanicznych spoiny w złączu (3.5),
- badanie własności mechanicznych stopiwa (3.5),
- badanie składu chemicznego stopiwa (3.5) - na ządanie zamawiającego

5.2. Kontrola jakości - wg PN-74/M-69430

5.3. Opis badań

5.3.1 Ogłędziny zewnętrzne należy przeprowadzić nie uzbrojonym okiem

5.3.2 Sprawdzenie wymiarów Sprawdzenie średnicy otuliny należy wykonać tylko na elektrodach WI-9-6/SpG1, N-3M/SpG1 i WI-12-6/Sv-HN80, przez zmierzenie z dokładnością do 0,01 mm w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach, w każdym z trzech miejsc przesuniętych wzajemnie o 50 ± 100 mm na długości elektrody. Sprawdzenie średnicy elektrody, długości elektrody i temperatury otuliny - wg PN-74/M-69430

5.3.3 Badanie odporności otuliny na uderzenia i wstrząsy - wg PN-74/M-69430

5.3.4. Badanie własności spawalniczych elektrod należy przeprowadzić przez obserwację procesu spawania przy wykonaniu złącza probnego wg rys. 2 lub przygotowaniu prob stopiwa wg 5.3.7

5.3.5. Sprawdzenie obecności wad w spoinie w postaci porowatości należy wykonać wizualnie, natomiast pęcherzy, wtrąceń i pęknięć - metodą radiograficzną na złączu probnym wg rys. 2

5.3.6. Badania własności mechanicznych spoiny w złączu należy przeprowadzić dla elektrod WI-9-6/SpG1 o średnicy 2,5 mm, WI-12-6/Sv-HN80 - o wszystkich średnicach oraz dla elektrod N-3M/SpG1 i ESCr-MoB - o średnicach mniejszych niż 3,25 mm. Do badań własności mechanicznych spoiny w złączu należy wykonać kwalifikacyjne złącze probne wg rys. 2, przygotowanie brzegów przed spawa-

Tablica 5

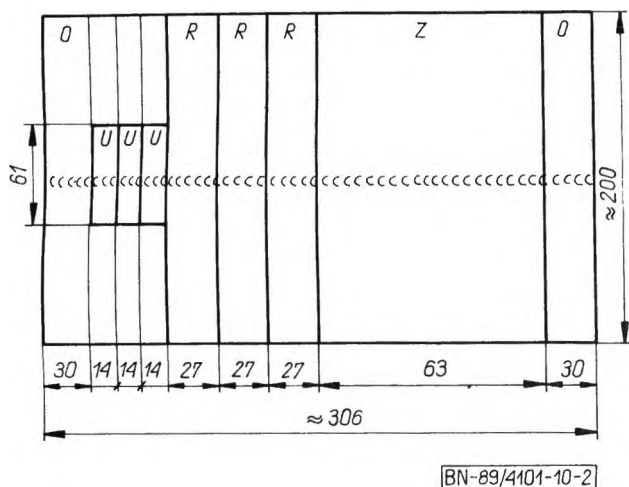
Oznaczenie elektrody	Skład chemiczny stopiwa	Obrobka cieplna złącza spawanego lub stopiwa				Własności mechaniczne									
		materiał rodzimy złącza lub stopiwo	hartowanie w oleju	odpuszczanie w powietrzu		spoiny w złączu		stopiwa		elementów złącza	HRC	R_m min	R_m min	$KCU^{1)}$ min	$KCU^{1)}$ min
			temperatura	°C	R_m min	$KCU^{1)}$ min	R_m min	A_5 min	$KCU^{1)}$ min						
WI-9-6/SpG1	nie ocenia się	Stal węglowa 10, 20, 20A wg PN-75/H-84019	nie stosuje się ²⁾	500 - 540		0,9 R_m materiału rodzimego	15/2/2-6	-	-	-	-	-	-	-	
N-3M/SpG1	C = 0, 12 - 0, 15 Mn = 1, 2 - 1, 5 Si = 0, 3 - 0, 6 Cr = 0, 7 - 1, 0 Mo = 0, 3 - 0, 5 S max = 0, 035 P max = 0, 035	Stal stopowa 30HGSA wg PN-72/H-84030	900	500 - 540		600	15/2/2-6	-	-	-	-	-	-	-	
		stopiwo				1000	60/2/2-6	-	-	-	-	-	-	-	
WI-12-6/Sv-HN80	nie ocenia się	Stal stopowa 30HGSA wg PN-72/H-84030	nie stosuje się ³⁾	500-540		600	100/2/2-6	-	-	-	-	-	-	-	
1CrMo/ESCr-MoB	wg PN-74/M-69434 p 3 1	stopiwo	900	500-540		1000	50/2/2-6	-	-	-	-	-	-	-	
											900	10		50/2/2-6	

1) Wg PN-79/H-04370, wymiary próbki wg rys 4, szerokość próbki należy przyjąć w zależności od średnicy elektrody

2) Dopuszcza się stosować normalizowanie z nagrzewaniem do temperatury 900 °C

3) Elementy złącza próbnego należy przed spawaniem hartować w oleju z nagrzewaniem do temperatury 900 °C i odpuszczać w powietrzu z nagrzewaniem do temperatury 500 - 540 °C

niem - wg PN-75/M-69014 tabl 1 lp 1 i 4, gatunek materiału, obróbka cieplna i twardość HRC elementów złącza - wg tabl 5 Dopuszcza się wycięcie i podpawanie grani spoiny przed obróbką cieplną spawanego złącza



Rys 2 Kwalifikacyjne złącze probne

U - odcinki probne do prob udarnosci, **R** - odcinki probne do prob rozciągania, **Z** - odcinek zapasowy do proby powtornej, **O** - odcinki do odrzucenia. Wymiary odcinkow probnych z przykładowymi nadatkami na obróbkę wiorową po 3 mm na stronę dla odcinkow **U** i 1 mm na stronę dla odcinkow **R**

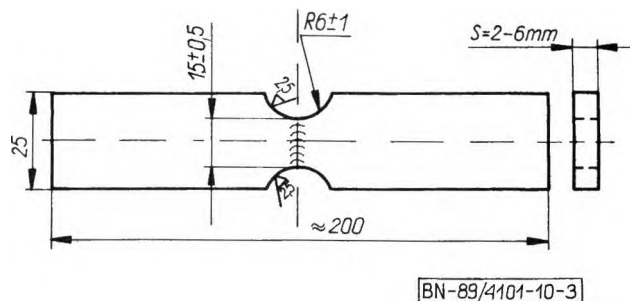
W przypadku stosowania elektrod do spawania więcej niż jednego gatunku materiału dopuszcza się przeprowadzać badania tylko na materiale o wyższej wytrzymałości, gatunek materiału powinien być uzgodniony przez zamawiającego z dostawcą, grubość materiału w odniesieniu do badanych średnic elektrod - wg tabl 6

Tablica 6

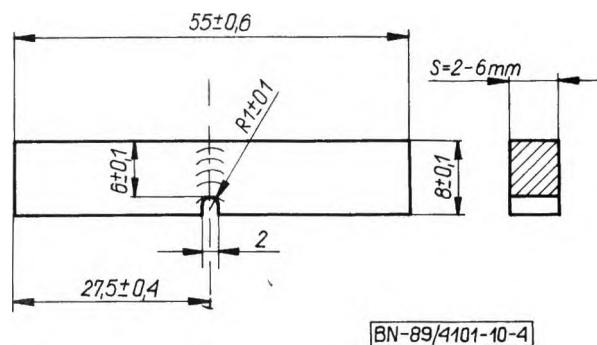
Średnica elektrody <i>d</i>	Grubość materiału złącza <i>s</i>
mm	
2, 2,5	2
3,25	3
4	4
5	6

Ze złącza probnego należy wyciąć odcinki probne, wycięcie, dopuszczalne wypaczenie podłużne i przesunięcie krawędzi odcinkow probnych - wg PN-80/M-69707 p 4 5, 4 6, 4 8, prostowanie odcinkow probnych jest niedopuszczalne

Z odcinkow probnych należy wykonać trzy próbki do próby - wg rys 3 i trzy próbki do proby udarnosci - wg rys 4



Rys 3 Probka do określenia wytrzymałości na rozciąganie spoiny w złączu



Rys 4 Probka do określenia udarnosci spoiny w złączu

Przygotowanie probek do proby rozciągania, przeprowadzenie proby i proba powtorna - wg PN-78/M-69710 p 3 2 4 i 5, chropowatość powierzchni w obszarze usuniętego nadlewu lica i grani spoiny nie powinna przekraczać $R_a = 2,5$ Dopuszcza się obróbkę całych powierzchni poza obszarem lica i grani spoiny przy zmniejszeniu grubości materiału nie przekraczającym 15% Obliczenie wytrzymałości na rozciąganie, w MPa - wg wzoru

$$R_m = 10 k \frac{F_m}{S_0}$$

w którym

F_m - największa siła obciążająca uzyskana w czasie proby, daN,

S_0 - pole powierzchni najmniejszego pierwotnego przekroju poprzecznego próbki, mm²,

k - współczynnik kształtu próbki, który przyjmuje się 0,9

Wykonanie probek do proby udarnosci i przeprowadzenie proby udarnosci w temperaturze 20⁺¹⁰°C - wg PN-79/M-69733 p 3, 4 1, 4 3, 4 4, 4 5, chropowatość powierzchni w obszarze usuniętego nadlewu lica i grani spoiny oraz na powierzchni karbu, nie powinna przekraczać $R_a = 1,25$

Dopuszcza się obróbkę całych powierzchni poza obszarem lica i grani spoiny przy zmniejszeniu grubości materiału nie przekraczającym 10%

5.3.7. Badanie własności mechanicznych stopiwa należy przeprowadzić tylko dla elektrod N-3M/SpG1 i ESCr-MoB o średnicach 3, 25, 4 i 5 mm - wg PN-74/M-69434, z uwzględnieniem obróbki cieplnej wg tabl 5

5.3.8. Badanie składu chemicznego stopiwa należy przeprowadzić tylko dla elektrod N-3M/SpG1 i ESCr-MoB - wg PN-74/M-69434

5.3.9. Ocena wyników badań - wg PN-74/M-69430

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Instytut Lotnictwa, Warszawa

2. Normy związane

PN-79/H-04370 Metale Proba udarności w temperaturze pokojowej

PN-75/H-84019 Stal węglowa konstrukcyjna wyższej jakości ogólnego przeznaczenia Gatunki

PN-72/H-84030 Stale stopowe konstrukcyjne Gatunki

PN-75/M-69014 Spawanie łukowe elektrodami otulonymi Przygotowanie brzegów do spawania

PN-77/M-69420 Spawalnictwo Spoiwa stalowe do spawania i napawania

PN-74/M-69430 Spawalnictwo Elektrody stalowe otulone do spawania i napawania Ogólne wymagania i badania

PN-74/M-69434 Elektrody otulone do spawania stali niskostopowych przeznaczonych do pracy w podwyższonych temperaturach

PN-80/M-69707 Spawalnictwo Zasady wykonywania próbnych złączy spawanych lub zgrzewanych

PN-78/M-69710 Spawalnictwo Proba statyczna rozciągania doczołowych złączy spawanych lub zgrzewanych

PN-79/M-69733 Spawalnictwo Proba udarności złączy spawanych lub zgrzewanych doczołowo

PN-72/M-69770 Radiografia przemysłowa Radiogramy spoin czołowych w złączach doczołowych ze stali

Wymagania jakościowe i wytyczne wykonania

3. Normy i dokumenty zagraniczne

ZSRR ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ПН-76-67 Сборник производственных инструкций

ZSRR ТУ 14-1-997-74 Проволока сварочная из жаропрочных, жаростойких, коррозионностойких сталей и сплавов

4. Główne zastosowanie elektrod - wg tabl 1-1

5. Porównanie zgodności normy z dokumentem licencyjnym ZSRR

a) norma jest zgodna z ПН - 76-67 w zakresie metodyki badań i wymagań dotyczących własności spawalniczych

elektrod i własności mechanicznych spoiny w złączu oraz stopiwa, a także składu chemicznego stopiwa w przypadkach, gdzie wymagane jest jego określenie

b) norma zawiera wybrany z ПН -76-67 asortyment stosowanych elektrod i ich odpowiedników podanych w tabl 1-2

Tablica 1-1

Oznaczenie elektrody	Główne zastosowanie elektrody
WI-9-6/SpG1	Spawanie stali 10, 20, 20A oraz 30HGSA ulepszonej cieplnie po spawaniu do wytrzymałości $R_m \leq 900$ MPa Grubość elementów spawanych 1 - 2 mm
N-3M/SpG1	Spawanie stali 30HGSA ulepszonej cieplnie po spawaniu do wytrzymałości $R_m = 1100 - 1300$ MPa i stali 30HGSNA ulepszonej cieplnie po spawaniu do wytrzymałości $R_m = 1400 - 1900$ MPa Grubość elementów spawanych od 2 mm wzwyż
1CrMo/ESCr-Mo	
WI-12-6/Sv-HN80	Spawanie stali 30HGSA i 30HGSNA w stanie ulepszonej cieplnie Grubość elementów spawanych od 2 mm wzwyż

Tablica 1-2

Oznaczenie elektrody ¹⁾		Zakres zgodności
wg ПН -76-67	wg BN-89/4101-10	
ВИ-9-6 С _В -08А	WI-9-6/SpG1	wg p 1-5a/
H-3M	N-3M/SpG1	
ВИ-12-6 С _В -ХН80	WI-12-6/Sv-HN80	
ВИ-10-6 С _В -18ХМА	1CrMo/ESCr-Mo	
1) z pominięciem oznaczenia średnicy elektrody		

6. Materiał drutu spawalniczego importowanego z ZSRR

С_В-ХН80 wg ТУ 14-1997-74

?? Autor projektu normy - inż Józef Wiśniewski, Instytut Lotnictwa, Warszawa

przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa

6 **BN-89/4101-10 Spawanie konstrukcji lotniczych Elektrody otulone do spawania stali węglowych i niskostopowych**

zmiana 1
92 04 23

0305

1 W punkcie 2 4b), zamiast elektrody wg PN-74/M-69434 o średnicy 4 mm, powinno być elektrody wg PN-74/M-69434 o średnicy 2 mm oraz zamiast ELEKTRODA 4, powinno być ELEKTRODA 2

2 W punkcie 3 1, w tabl 3 dla 1Cr-Mo/ESCrMoB skreśla się średnice elektrod 3,25, 4 i 5

3 W punkcie 3 5, w tabl 5, w nagłówku kol 8 i 11, zamiast KCU¹⁾, powinno być KCU₂¹⁾ oraz przy wartościach udarności skreśla się wymiary probek,

— skreśla się ostatni wiersz dotyczący własności mechanicznych stopiwa dla elektrody 1 CrMo/ESCr-MoB,

— treść odsyłacza ¹⁾ zmienia się następująco

¹⁾ Dla określenia udarności spoiny w złączu wymiary probek wg rys 4, szerokość próbki należy przyjmować w zależności od średnicy elektrody, dla określenia udarności stopiwa — wymiary próbki z karbem U2 wg PN-79/H-04370

4 W punkcie 5 3 7, zamiast tylko dla elektrod N-3M/SpG1 i ESCr-MoB, powinno być dla elektrod N-3M/SpG1

5 W INFORMACJACH DODATKOWYCH punkt 4 tablica 1-1 dla 2 CrMo/ESCr-Mo w kol 2 uzupełnia się koniec zdania następującą treścią z ograniczeniem do 3 mm dla elektrod 1 CrMo/ESCr-Mo

(Biuletyn PKNMiJ nr 7/92 poz 35)