wycof. 15.12.75
N 1/96
ob. PN-L-01427

7497

UKD 629 7 621 791 052 669 295

SPAWALNICTWO	NORMA BRANŻOWA Spawanie konstrukcji lotniczych **Wytyczne kontroli i odbioru złączy spawanych elementów z tytanu i jego stopów**	BN-89 4101-09 Grupa katalogowa 0305

1 Przedmiot normy Przedmiotem normy są wytyczne kontroli i odbioru złączy spawanych elementow z tytanu i jego stopow, stosowanych w konstrukcjach lotniczych

2 Kontrola przygotowania spoiw i elementow do spawania powinna obejmowac sprawdzenie

a) wykonania brzegow elementow i powierzchni strefy przylegającej wg BN-85/4101-07,

b) wykonania oczyszczania stosownie do wymagan wg BN-85/4101-07 oraz dokumentacji technicznej w zakresie

- trawienia spoiw i elementow konstrukcyjnych,
- obrobki strumieniowo-sciernej lub innego rodzaju oczyszczania mechanicznego elementow konstrukcyjnych,
- odtłuszczania spoiw i elementow konstrukcyjnych,

c) dopasowania elementów konstrukcyjnych w oprzyrządowaniu mocującym [1],

d) nieprzekraczalnosci dopuszczalnego okresu przetrzymywania elementow od przygotowania ich do spawania do chwili rozpoczęcia spawania

Chropowatosc powierzchni brzegow elementow i strefy przylegającej nalezy oceniac wizualnie lub na podstawie porownania ze wzorcami wg PN-85/M-04254, dokładnosc zachowania wymiarow związanych z dopasowaniem elementow - przy uzyciu suwmiarki lub szczelinomierza

Obecnosc uszkodzen mechanicznych nalezy stwierdzac wizualnie, a w przypadku wątpliwosci przy uzyciu lupy o powiększeniu od 3× do 5×

3 Kontrola uprawnien do wykonywania robot spawalniczych powinna obejmowac sprawdzenie waznosci Książki Spawacza

4 Kontrola procesu sczepiania i spawania powinna obejmowac sprawdzenie wg tabl 1 oraz sprawdzenie odnotowania daty i godziny zakonczenia spawania [2]

Tablica 1

Metoda lub warunki spawania	Przedmiot kontroli	Metoda lub sposob kontroli	Klasa złącza	Wymagania i dopuszczalne odchyłki
1	2	3	4	5
TIG, prądem stałym, ręczna	gatunek spoiwa	identyfikacja oznakowania spoiwa	I, II, III	wg dokumentacji technologicznej
	średnica spoiwa i elektrod	pomiar suwmiarką		
	wydatek argonu	pomiar przepływomierzem		
	kolejnośc i kierunki spawania, stosowanie płytek wybiegowych	metoda wizualna		
TIG, prądem pulsującym, ręczna	jak przy spawaniu ręcznym metodą TIG prądem stałym			
	czas impulsu prądu i czas przerwy	sprawdzenie nastaw urządzenia do spawania		
TIG, prądem stałym lub pulsującym, automatyczna	jak przy spawaniu ręcznym metodą TIG prądem stałym lub pulsującym			

[1] Jezeli jest to wymagane wg dokumentacji technologicznej

[2] Dotyczy to umozliwienia kontroli nieprzekraczalnosci dopuszczalnego upływu czasu między zakonczeniem spawania i rozpoczęciem obrobki cieplnej

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa (O)
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa dnia 12 stycznia 1989 r
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1990 r
(Dz Norm i Miar nr 3/1989 poz 6)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE ALFA 1989 Druk Wyd Norm W wa Ark wyd 1 00 Nakł 4900 + 40 Zam 721/89 Cena zł 100 00

cd tabl 1

Metoda lub warunki spawania	Przedmiot kontroli	Metoda lub sposob kontroli	Klasa złącza	Wymagania i dopuszczalne odchyłki
1	2	3	4	5
TIG, prądem stałym lub pulsującym, automatyczna	natężenia prądu	pomiar amperomierzem	I, II, III	wg dokumentacji technologicznej
	prędkosc spawania	pomiar sekundomierzem czasu przesuwu głowicy automatu na okreslonej długosci odcinka i obliczenie prędkosci		
	długosc ustawcza łuku	pomiar szczelinomierzem		
	prędkosc podawania spoiwa	sprawdzenie nastawy podajnika		
MIG, prądem stałym, połautomatyczna lub automatyczna	jak przy spawaniu ręcznym lub automatycznym metodę TIG prądem stałym			
	prędkosc podawania spoiwa	sprawdzenie nastawy podajnika		
	długosc wysunięcia drutu elektrodowego z dyszy uchwytu spawalniczego	pomiar suwmiarką		
Wiązką elektronow	wartosc prozni w komorze roboczej, prąd wiązki, napięcie przyspieszające, prąd ogniskowania, prędkosc spawania	sprawdzenie wskazan przyrządow pomiarowych urządzenia do spawania [2]		wg dokumentacji technologicznej [3]
	odległosc elementow spawanych od wyrzutni	pomiar przymiarem warsztatowym		
Spawanie w komorach z atmosferą kontrolowaną	zawartosc domieszek gazow szkodliwych H_2, O_2, N_2	metoda chromatograficzna [4]		$H_2 \leq 0{,}001\%$ objętosci [5] $O_2 \leq 0{,}003\%$ objętości [5] $N_2 \leq 0{,}01\%$ objętosci [5]
	zawartosc wody	metoda kulometryczna [4]		$H_2O \leq 0{,}0007\ g/m^3$ [5]
	cisnienie w komorze roboczej	pomiar manometrem		wg dokumentacji technologicznej [1]
Spawanie w komorach z atmosferą niekontrolowaną lub w lokalnej osłonie gazowej	naloty barwne na powierzchni spoiny i strefy przylegającej	metoda wizualna	I	nie dopuszcza się [1], [6]
	zawartosc domieszek gazow szkodliwych w spoinach złączy probnych H_2, N_2, O_2	 analiza spektralna analiza kolorymetryczna		wg norm dla materiału rodzimego [7]
	cisnienie w komorze roboczej [8]	pomiar manometrem	I, II, III	wg dokumentacji technologicznej [5]
	wydatek argonu [9]	pomiar przepływomierzem		

[1] Sprawdzac w trakcie spawania

[2] Jezeli prędkosc spawania nie moze byc oceniona wg wskazan przyrządow pomiarowych urządzenia, nalezy ją obliczyc na podstawie czasu i drogi przesuwu spawanego elementu

[3] Sprawdzac odległosc elementow spawanych od wyrzutni przed spawaniem, pozostałe parametry - w trakcie spawania

[4] Według wskazan aparatury pomiarowo-kontrolnej komory spawalniczej

[5] Sprawdzac przed i w trakcie spawania

[6] Dopuszcza się usunięcie barwnego nalotu w zakresie podanym w załączniku 2

[7] Sprawdzać na złączach probnych przed rozpoczęciem spawania partii elementow

[8] W przypadku spawania w komorze z atmosferą niekontrolowaną

[9] W przypadku spawania w lokalnej osłonie gazowej

5 Kontrola pooperacyjna złączy spawanych powinna obejmowac

a) kontrolę punktów sczepnych (spoin sczepnych) przez sprawdzenie zachowania odstępu między brzegami elementow łączonych wg BN-85/4101-07 oraz wymiarow spoin sczepnych (szerokośc, wysokosc) i ich rozmieszczenia stosownie do wymagan dokumentacji technologicznej,

b) kontrolę spoin przez sprawdzenie wg tabl 2 wymiarow spoin oraz sprawdzeniu wynikow badań laboratoryjnych i prob stanowiskowych, podlegają wszystkie złącza spawane

8 Kryteria odbioru złączy spawanych Złącza spawane elementow konstrukcyjnych mające tylko dopuszczalne wady podane w załączniku 1, pozytywne wyniki badan laboratoryjnych i prob stanowiskowych oraz spełniające wymagania dotyczące spoin powinny byc odebrane

Tablica 2

Przedmiot kontroli	Metoda kontroli	Klasa złącza	Wymagania i dopuszczalne odchyłki
1	2	3	4
Wymiary spoin	pomiar suwmiarką lub spoinomierzem	I, II, III	wg BN-85/4101-07
Wady zewnętrzne spoin	wizualna, w przypadku wątpliwosci za pomocą lupy o powiększeniu 3× do 5×[1]		wg załącznika 1
	penetracyjna[2]	I	wg załącznika 1
Wady wewnętrzne spoin	radiograficzna[2]	I, II	wg załącznika 1
Głębokosc wtopienia spoin[3] w złączach teowych, zakładowych, krzyzowych, doczołowych z podkładką lub o niejednakowej grubości elementow	metalograficzna[2]	I, II, III	głębokosc wtopienia spoiny[4] powinna wynosic co najmniej 25% dla grubosci materiału rodzimego do 5 mm, 15% dla grubosci materiału rodzimego powyzej 5 mm 4 mm dla grubosci materiału rodzimego powyzej 15 mm
Własnosci mechaniczne złączy spawanych automatycznie w komorach z atmosferą niekontrolowaną	wg dokumentacji technicznej[2]	I	wg dokumentacji technicznej[5]
Własnosci wytrzymałosciowe lub proby szczelnosci konstrukcji spawanych	proby stanowiskowe[2]	I, II	wg dokumentacji technicznej[5]

[1] Spoiny wielosciegowe sprawdzac po nałozeniu kazdego sciegu spoiny

[2] Po wykonaniu badan laboratoryjnych lub prob stanowiskowych nalezy sporządzic protokoł zawierający co najmniej datę wykonania badan (prob), przedmiot badan, rodzaj badan, wyniki badan, stwierdzenie zgodnosci wykonania złączy spawanych z wymaganiami wg BN-85/4101-07 i dokumentacji technicznej

[3] Sprawdzac na złączach probnych lub elementach spawanych przy doborze parametrow spawania i okresowo - wg dokumentacji technicznej

[4] Oceniana głębokosc wtopienia spoiny w złączu doczołowym z podkładką dotyczy wtopienia w podkładkę i powinna byc odnoszona do jej grubosci Oceniana głębokosc wtopienia spoiny w złączu doczołowym elementow o niejednakowej grubosci dotyczy wtopienia w częsc wystającą elementu grubszego i powinna byc odnoszona do wielkosci uskoku

[5] Sprawdzac na złączach probnych lub złączach elementow spawanych

6 Kwalifikacja i kontrola złączy wadliwych Złącza wadliwe wykonane (nie spełniające wymagan wg p 5) nalezy zakwalifikowac do naprawy wg załącznika 2, oznaczając wady kolorowym ołowkiem z podaniem ich symboli i po przeprowadzeniu naprawy stan złącza ponownie sprawdzic wg p 5

7 Kontrola ostateczna Kontroli ostatecznej, polegającej na ocenie wizualnej złączy spawanych, sprawdzeniu

Złącza nie spełniające tych wymagan nalezy złomowac

Dopuszcza się odebranie złączy zakwalifikowanych do złomowania, pod warunkiem

a) wyrazenia na pismie pozytywnej opinii przez kompetentne służby techniczne co do celowosci dodatkowej naprawy złączy i mozliwosci dalszego wykorzystania pospawanych elementow,

b) wyrazenia na pismie zgody przez odbiorcę

9 Oznakowanie pospawanych elementow Elementy ze złączami odebranymi powinny byc, w miejścu ustalonym wg dokumentacji technicznej, oznakowane znakiem odbioru

Elementy ze złączami przeznaczonymi ostatecznie do złomowania powinny byc oznakowane w sposob niszczący i uniemozliwiający ich dalsze wykorzystanie

KONIEC

Informacje dodatkowe

ZAŁĄCZNIK 1

DOPUSZCZALNE WADY ZŁĄCZY SPAWANYCH

Lp	Nazwy i symbole wad [1]	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkosci dla złączy wg BN-85/4101-07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	Pęcherze A	długosc wady przy grubosci materiału rodzimego s, mm			
	(kuliste Aa, kanalikowe Ab, łancuch pęcherzy Ac, gniazdo pęcherzy Ad, podłuzne Ae)	wady A	≤0,25s+0,25 [2], lecz nie więcej niz 2 mm	≤0 35s+0,25 [2], lecz nie więcej niz 2,5 mm	nie ocenia się
		wady Bc	≤0,16s + 0,16 [2], lecz nie więcej niz 1,3 mm	≤0 23s+0 16 [2], lecz nie więcej niz 1,7 mm	nie ocenia się
	Wtrącenia B (wtrącenia obcego metalu Bc)	długosc łancucha drobnych [3] wad Ac w dowolnym odcinku złącza o długosci 100 mm [4]	≤25 mm	≤40 mm	nie ocenia się
		liczba wad drobnych na dowolnym 1 cm^2 powierzchni	≤10 sztuk	≤15 sztuk	nie ocenia się
		Odstęp jakiejkolwiek wady od wady większej niz drobna	≥10 mm		nie ocenia się
		łączna długosc wad A i Bc w dowolnym odcinku złącza o długosci 100 mm [4]	≤ 7 mm	≤9 mm	nie ocenia się
2	Przyklejenia C [5]	-	nie dopuszcza się		
3	Wklęsnięcia grani Da	głębokosc wady odniesiona do grubosci materiału rodzimego	5%	10%	25%
		łączna długosc wadliwych odcinkow spoiny odniesiona do całkowitej długosci złącza	20%	50%	nie ocenia się
4	Brak przetopu spoiny jednostronnej Db, dwustronnej De	-	nie dopuszcza się		
5	Pęknięcia E	-	nie dopuszcza się		
6	Wycieki Fa	powiększenie spoiny w stosunku do wymiarow wg BN-85/4101-07	10%	20%	
	nierowności lica Fb nadmierne nadlewy lica Fk rozlewy lica Fm wypukłosci spoiny pachwinowej Fw,	łączna długośc wadliwych odcinkow spoiny odniesiona do całkowitej długości złącza	10%	20%	30%
	nierownoramienność spoiny pachwinowej Fx	zmniejszenie szerokosci spoiny w złączu doczołowym	bez ograniczen		

cd tablicy

Lp	Nazwy i symbole wad [1]	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złączy wg BN-85/4101-07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
7	Podtopienia lica Fc grani Fd	głębokość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do całkowitej długości złącza	5%, lecz nie więcej niż 0,3 mm 10%	10%, lecz nie więcej niż 0,5 mm 20%	15% lecz nie więcej niż 0,8 mm 30%
8	Porowatość Fe	-	nie dopuszcza się		
9	Kratery Ff	-	nie dopuszcza się		
10	Przepalenia Fg	-	nie dopuszcza się		
11	Wklęśnięcia lica Fh	-	nie dopuszcza się		
12	Progi lica Fi nawiasy lica Fi	-	nie dopuszcza się		
13	Uskoki Fe	-	nie dopuszcza się		
14	Utlenienie strefy wpływu ciepła F_4, utlenienie spoiny F_5	naloty barwne [6] słomkowy brązowy fioletowy z ewentualnym dodatkiem zielonych smug błękitny szary biały	nie dopuszcza się		

[1] Nazwy i symbole wad - wg PN-75/M-69703 Wprowadzone w lp 14 nazwy i ich symbole literowo-cyfrowe F_4 i F_5 nie występują w PN-75/M-69703

[2] Przyjąć dopuszczalną wartość równą obliczonej z dokładnością do 0,1 mm

[3] Za wadę drobną należy uważać wadę o maksymalnym wymiarze nie przekraczającym 70% górnej granicznej wartości obliczonej wg odpowiedniej zależności oznaczonej odnośnikiem [2]

[4] Jeżeli złącze jest krótsze niż 100 mm, dopuszczalną długość wad należy obliczać z dokładnością do 0,1 mm proporcjonalnie do jego długości

[5] Dla złączy teowych, zakładkowych, krzyżowych oraz doczołowych z podkładką lub doczołowych o niejednakowej grubości elementów łączonych, za przyklejenie należy uważać również wtopienie spoiny o wartości mniejszej niż określona w tabl 2

[6] Podane w kolejności odpowiadającej wzrostowi utlenienia powierzchni

ZAŁĄCZNIK 2

DOPUSZCZALNA NAPRAWA WADLIWYCH ZŁĄCZY SPAWANYCH

złączy z wadami [1]	Dopuszczalny zakres naprawy					Sposób naprawy
	parametr wady	jednostka miary	dla złącza wg BN-85/4101-07 w klasie I	II	III	
1	2	3	4	5	6	7
Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Bc, Fe	długość wad odniesiona do długości spoiny	%	20	20	30	obróbka mechaniczna, spawanie
C, Db, De			20	30	40	
Da			20	50	bez ograniczeń	
	głębokość wad odniesiona do grubości materiału rodzimego	%	5	10	25	

cd tablicy

Dopuszczalny zakres naprawy						Sposob naprawy
złączy z wadami [1]	parametr wady	jedno-stka miary	dla złącza wg BN-85/4101-07 w klasie I	II	III	
1	2	3	4	5	6	7
Ea	długosc wad odniesiona do długosci spoiny	%	5 [2]	10 [2]	15 [2]	wykonanie otworow Ø 2-2,5 mm na koncach pęknięcia oraz wykonanie wzdłuz pęknięcia wycięcia (obrobką mechaniczną) o przekroju poprzecznym w kształcie litery U Spawanie
Eb	liczba wad na długosci 1 m spoiny	szt	1	2	5	
Fa Fb [3] Fk Fm, Fw Fx [3]	-	-	bez ograniczen			obrobka mechaniczna
Fb [4], Fx [4]	długosc wad odniesiona do długosci spoiny	%	20	30	50	spawanie
Fc Fd			20	30	40	
Ff	liczba wad	sztuk	bez ograniczen			spawanie
Fg [5]	długosc wady	mm	15	20	30	dwustronne spawanie
	liczba wad na długości 1 m spoiny	sztuk	2 [2]	3 [2]	7 [2]	
	łączna długosc wad na długosci 1 m spoiny	mm	30	60	200	
F_4	nalot barwny	-	słomkowy, brązowy, fioletowy, błękitny			zaczyszczenie lub trawienie wg dokumentacji technologicznej [6]
	wielkosc powierzchni wad	-	bez ograniczen			
F_5	nalot barwny na spoinie (z wyjątkiem spoiny sczepnej)	-	słomkowy brązowy	słomkowy brązowy	słomkowy, brązowy fioletowy błękitny szary	zaczyszczenie lub trawienie wg dokumentacji technologicznej [7]
	długosc wad odniesiona do długosci spoiny	%	15	20	25	
	nalot barwny na spoinie sczepionej	-	słomkowy, brązowy, fioletowy, błękitny			
			szary, biały			wycięcie wadliwej spoiny sczepnej i wykonanie spoiny sczepnej w tym samym lub innym miejscu

Jezeli złącze podlega obrobce cieplnej, naprawa spawaniem powinna byc wykonana przed obrobką cieplną

Łączna długosc odcinkow spoiny naprawianej spawaniem (z wyjątkiem napraw odcinkow spoiny z wadami Da, ktorych nie nalezy wliczac do łącznej długosci naprawianej spoiny), nie powinna byc większa niz

20% długosci spoiny - w złączu klasy I, 30% długosci spoiny - w złączu klasy II, 50% długosci spoiny - w złączu klasy III

Dopuszczalna liczba napraw spawaniem w tym samym miejscu spoiny nie powinna byc większa niz

1 - w złączu klasy I, 2 - w złączu klasy II, 3 - w złączu klasy III

[1] Symbole wad - wg załącznika 1

[2] W przypadku krotszej spoiny, dopuszczalną liczbę wad nalezy obliczyć z dokładnoscią do 1 sztuki, proporcjonalnie do długosci złącza

[3] Wady powodujące zwiększenie wymiarow spoiny w stosunku do dopuszczalnych odchyłek wg załącznika 1

[4] Wady powodujące zmniejszenie wymiarow spoiny w stosunku do wymiarow wg BN-85/4101-07

[5] Szerokosc wad nie moze byc większa niz szerokosc spoiny

[6] W złączach ze spoinami wielosciegowymi dopuszcza się nieusuwanie nalotow barwnych przed wykonaniem licowych sciegow spoiny

[7] W złączach klasy I, II i III ze spoinami wielosciegowymi dopuszcza się usuwanie nalotow o dowolnej barwie (z wyjątkiem białej lub szarej) przed wykonaniem licowych sciegow spoiny

INFORMACJE DODATKOWE

1 Instytucja opracowująca normę - Instytut Lotnictwa, Warszawa

2 Normy związane

PN-85/M-04254 Struktura geometryczna powierzchni Porownawcze wzorce chropowatosci powierzchni obrabianych

PN-75/M-69703 Spawalnictwo Wady złączy spawanych Nazwy i określenia

BN-85/4101-07 Spawanie konstrukcji lotniczych Wytyczne projektowania i wykonania złączy spawanych

3 Dokumenty zagraniczne

ZSRR ПИ-126-77 Дуговая сварка сплавов титана в среде защитных газов

4 Autor projektu normy - inz Jozef Wisniewski - Instytut Lotnictwa, Warszawa