

SPAWALNICTWO	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-86
	Spawanie konstrukcji lotniczych	4101-08
	Wytyczne kontroli	
	i odbioru złączy spawanych	Grupa katalogowa 0305

1 WSTĘP

Przedmiotem normy są wytyczne dotyczące kontroli i odbioru złączy spawanych wykonywanych w konstrukcjach lotniczych ze stali konstrukcyjnych stali wysokowytrzymałych, stali nierdzewnych, stali i stopów żaroodpornych i żarowytrzymałych oraz stopów aluminium

2 KONTROLA BIEŻĄCA

2.1 Kontrola przygotowania spoiw i elementów do spawania

a) wykonania zastosowanych sposobów oczyszczenia stosownie do wymagań BN-85/4101-07 oraz dokumentacji technicznej, a mianowicie

— trawienia spoiw i elementów konstrukcyjnych w tym nieprzekraczalności dopuszczalnego okresu przechowywania po trawieniu,

— piaskowania strutowania lub zaczyszczania mechanicznego elementów konstrukcyjnych,

— odłuszczenia elementów konstrukcyjnych spawanych wiązką elektronów,

b) stosowania suszenia elektrod otulonych odpowiedniego dla danego gatunku elektrod,

c) wykonania brzegów elementów i powierzchni strefy przylegającej — wg BN-85/4101-07,

d) dopasowania elementów konstrukcyjnych w oprzyrządowaniu mocującym¹⁾

Chropowatość powierzchni brzegów elementów i strefy przylegającej należy oceniać wizualnie lub na podstawie wzorców wg PN-85/M-04254, obecność uszkodzeń mechanicznych — wizualnie a w przypadkach wątpliwych za pomocą lupy o powiększeniu od 3× do 5× natomiast wymiary należy sprawdzać za pomocą suwmiarki i spoinomierza

2.2 Kontrola uprawnień do wykonywania robót spawalniczych powinna obejmować sprawdzenie ważności Książki Spawacza

2.3 Kontrola procesu szepiania i spawania

powinna obejmować sprawdzenie

a) warunków spawania określających gatunek i średnicę spoiwa, ciśnienie gazów palnych lub ochronnych, średnicę elektrod wolframowych, stosowanie płytek wybiegowych oraz kolejność i kierunki spawania,

przy spawaniu zmechanizowanym należy sprawdzać ponadto wartości stosowanego prądu i prędkości spawania

przy spawaniu wiązką elektronów należy sprawdzać wartość próżni w komorze roboczej, prąd wiązki, napięcie przyspieszające, prąd ogniskowania, prędkość spawania oraz odległość elementów spawanych od wyżutni,

b) punktów szepnych (spoin szepnych) pod względem zachowania odstępu między brzegami elementów łączonych wg BN-85/4101-07 oraz wymiarów spoin szepnych (szerokość, wysokość) i ich rozmieszczenia wg wymagań określonych w dokumentacji technologicznej,

c) stosowania dodatkowych zabiegów wstępnego podgrzewania i zapobiegania szybkiemu chłodzeniu spoiny oraz kontroli ich temperatury za pomocą termokredek lub termopary ze wskaźnikiem,

d) jakości wykonania poszczególnych warstw spoiny — przy spawaniu wieloscigowym — za pomocą lupy o powiększeniu od 3× do 5×

e) zgodności wykonania próbek kontrolnych w stosunku do warunków wykonania złączy spawanych elementów konstrukcyjnych²⁾,

f) jakości złączy spawanych pod kątem dopuszczalnych wad podanych w załącznikach 1, 3 i 5, przy czym wykryte w złączu wady należy oznakować kolorowym ołówkiem z podaniem ich symboli,

złącza zakwalifikowane do naprawy zgodnie z załącznikami 2 i 4 powinny być ponownie sprawdzone po naprawie

g) usunięcia topnika po spawaniu

¹⁾ Jeżeli jest to wymagane wg dokumentacji technologicznej

²⁾ Jeżeli jest to przewidziane w dokumentacji technicznej

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa (O)
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa dnia 29 kwietnia 1986 r
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1987 r
(Dz Norm i Miar nr 10/1986 poz 20)

3 BADANIA LABORATORYJNE I PROBY STANOWISKOWE

3.1 Wykonanie oraz ocena badań i prob Wszystkie złącza podlegające badaniom i próbom powinny być uprzednio sprawdzone wizualnie a w przypadkach wątpliwych za pomocą lupy o powiększeniu od 3× do 5×, pod kątem dopuszczalnych wad podanych w załącznikach 1, 3 i 5,

ponadto wymiary spoin powinny być za pomocą suwmiarki i spoinomierza sprawdzone wg wymagań BN-85/4101-07

Złącza wadliwe należy zakwalifikować i odpowiednio oznakować. Przeznaczone do naprawy poddać naprawie i ponownie sprawdzić.

Następnie złącza spawane powinny być poddane badaniom i próbom określonym w BN-85/4101-07 i w dokumentacji technicznej.

W przypadku badań lub prob nie niszczących, złącza wadliwe należy zakwalifikować do odpowiedniej naprawy i oznakować, po naprawie ponownie sprawdzić.

Złącza ze spoinami wielosciegowymi, podlegające badaniom nie niszczącym, powinny być poddane ocenie po wykonaniu każdej warstwy spoiny i w razie potrzeby poddane naprawie.

3.2 Protokół z badań laboratoryjnych lub prob stanowiskowych Po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych lub prob stanowiskowych określonych w dokumentacji technicznej, należy sporządzić protokół z badań złączy spawanych elementów konstrukcyjnych lub probek kontrolnych, zawierający co najmniej

- a) datę wykonania badań lub prob,
- b) przedmiot badań lub prob,
- c) rodzaje badań lub prob,
- d) wyniki badań lub prob,

e) stwierdzenie zgodności wykonania złączy spawanych z wymaganiami wg BN-85/4101-07 i dokumentacji technicznej.

4 KONTROLA OSTATECZNA

Kontroli ostatecznej, polegającej na ocenie wizualnej złączy spawanych, sprawdzeniu wymiarów spoin oraz sprawdzeniu wyników badań laboratoryjnych i prob stanowiskowych, podlegają wszystkie złącza spawane.

5 ODBIÓR ZŁĄCZY SPAWANYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

5.1 Kryteria odbioru Złącza spawane elementów konstrukcyjnych mające jedynie dopuszczalne wady podane w załącznikach 1, 3 i 5, pozytywne wyniki badań laboratoryjnych i prob stanowiskowych oraz spełniające wymagania dotyczące wymiarów spoin, powinny być odebrane.

Złącza nie spełniające tych wymagań należy zbrakować.

Dopuszcza się odebranie złączy zakwalifikowanych do zbrakowania, pod warunkiem

a) wyrażenia na piśmie pozytywnej opinii przez kompetentne służby techniczne co do celowości dodatkowej naprawy złączy i możliwości dalszego wykorzystania pospawanych elementów,

b) wyrażenia na piśmie zgody przez odbiorcę.

5.2 Oznakowanie pospawanych elementów konstrukcyjnych odebranych lub zbrakowanych Elementy ze złączami odebranymi powinny być, w miejscu ustalonym w dokumentacji technicznej, oznakowane znakiem odbioru, natomiast elementy ze złączami zbrakowanymi powinny być oznakowane w sposób niszczący i uniemożliwiający ich dalsze wykorzystanie.

K O N I E C

ZAŁĄCZNIK 1

DOPUSZCZALNE WADY ZŁĄCZY SPAWANYCH ELEMENTÓW ZE STALI WYSOKOWYTRZYMAŁYCH (OBRABIANYCH CIEPLNIE, $R_m > 1300$ MPa), STALI KONSTRUKCYJNYCH, STALI NIERDZEWNYCH ORAZ STALI I STOPOW ZAROODPORNYCH I ZAROWYTRZYMAŁYCH

Lp	Nazwy i symbole wad ¹⁾	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złącza wg BN 85/4101 07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	Pęcherze A (kuliste Aa kanalikowe Ab łańcuch pęcherzy Ac gniazdo pęcherzy Ad podłużne Ae) Wtrącenia B (zuzle zwarte Ba pasmowe Bb wtrącenia obcego metalu Bc) Porowatość Fe	Długość wady większej od drobnej ²⁾ przy grubości materiału rodzimego <i>s</i> (mm) a) dla stali wysokowytrzymałych o grubości 4 – 15 mm długość wady A lub B	$\leq 0,06s + 0,5$ ³⁾ lecz nie więcej niż 1 mm	$\leq 0,09s + 0,4$ ³⁾	klasy III nie stosuje się
		długość wady Fe	$\leq 0,05s + 0,2$ ³⁾	$\leq 0,04s + 0,45$ ³⁾	klasy III nie stosuje się
		b) dla pozostałych materiałów długość wady A lub B	$\leq 0,16s + 0,4$ ³⁾ lecz nie więcej niż 2,2 mm	$\leq 0,18s + 0,7$ ³⁾ lecz nie więcej niż 2,8 mm	nie ocenia się
		długość wady Fe	$\leq 0,12s + 0,2$ ³⁾ lecz nie więcej niż 1,5 mm	$\leq 0,12s + 0,5$ ³⁾ lecz nie więcej niż 1,8 mm	
		Liczba drobnych wad Ac ⁴⁾ Stosunek szerokości do długości wady A lub B	nie dopuszcza się	≤ 5 sztuk	nie ocenia się
		wady Fe	≥ 14	≥ 14	nie ocenia się
		Odstęp jakiegokolwiek wady od wady większej od drobnej		≥ 10 mm	
		Liczba wad drobnych na dowolnym 1 cm ² powierzchni spoiny		≤ 5 sztuk	
		Łączna długość wad w dowolnym odcinku złącza o długości 100 mm ⁵⁾ a) dla stali wysokowytrzymałych wad A i B	≤ 6 mm	≤ 8 mm	klasy III nie stosuje się
		wad Fe	≤ 4 mm	≤ 6 mm	klasy III nie stosuje się
		b) dla pozostałych materiałów wad A i B	≤ 10 mm	≤ 12 mm	nie ocenia się
		wad Fe	≤ 7 mm	≤ 9 mm	
2	Przyklejenia C ⁶⁾	—	nie dopuszcza się		
3	Wklęsnięcie granic Da	—	nie dopuszcza się		
4	Brak przetopu spoiny jednostronnej Db dwustronnej Dc	Długość braku przetopu ⁷⁾ na boku spoiny pachwinowej przy wierzchołku złącza zakładkowego teowego lub narożnego o kącie rozwarcia elementów $\geq 90^\circ$ lecz mniejszym niż 100° dla grubości materiału rodzimego do 5 mm	$\leq 0,5$ mm		nie ocenia się
		powyżej 5 mm	$\leq 10\%$ boku spoiny		nie ocenia się

cd. tablicy

Lp	Nazwy i symbole wad ¹⁾	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złącza wg BN 85/4101-07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
4	Brak przetopu spoiny jednostronnej Db dwustronnej Dc	Długość wadliwego odcinka spoiny czołowej w złączu do czołowym lub narożnym o kącie rozwarcia elementów $\geq 100^\circ$ odniesiona do grubości materiału rodzimego s Łączna długość wadliwych odcinków spoiny czołowej odniesiona do całkowitej długości złącza	nie dopuszcza się		$\leq 3s$ $\leq 20\%$
5	Pęknięcia E	—	nie dopuszcza się		
6	Wycieki Fa	Wysokość wycieku w złączu doczołowym lub narożnym o grubości materiału rodzimego do 15 mm powyżej 15 do 25 mm powyżej 25 do 50 mm powyżej 50 do 100 mm powyżej 100 mm w złączu teowym i zakładkowym o grubości materiału rodzimego do 15 mm powyżej 15 mm do 2 mm powyżej 2 mm	$\leq$ grubość materiału rodzimego ≤ 15 mm ≤ 2 mm ≤ 25 mm ≤ 3 mm ≤ 1 mm ≤ 15 mm nie dopuszcza się		
7	Nierówności lica Fb nadmierne nadlewy lica Fk rozlewy lica Fm wypukłości spoiny pachwinowej Fw nierównoramienności spoiny pachwinowej Fx	Łączna długość wadliwych odcinków spoiny z wadami nie przekraczającymi $\pm 20\%$ wymiarów spoiny wg BN 85/4101 07 odniesiona do długości złącza	$\leq 30\%$		nie ocenia się
8	Nierówności lica Fb	Łączna długość wadliwych odcinków spoiny z wadami w postaci braku nadlewów lica spoiny złącza doczołowego ⁸⁾	$\leq 20\%$	$\leq 40\%$	
9	Podtopienia lica Fc grani Fd	Łączna długość wadliwych odcinków spoiny z podtopieniem nie głębszym niż 10% grubości materiału rodzimego lecz nie więcej niż 0,5 mm odniesiona do dowolnego odcinka złącza o długości 100 mm ⁵⁾ dla stali wysokowytrzymałych dla pozostałych materiałów o grubości większej niż 15 mm	nie dopuszcza się $\leq 10\%$	nie dopuszcza się $\leq 20\%$	klasy III nie stosuje się $\leq 30\%$
10	Kratery If	—	nie dopuszcza się		
11	Przepalenia Fg	—	nie dopuszcza się		
12	Wklęsnięcia lica Fh	Głębokość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego Łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	nie dopuszcza się nie dopuszcza się		$\leq 25\%$ lecz nie więcej niż 0,5 mm 20%

cd. tablicy

Lp	Nazwy i symbole wad ¹⁾	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złącza wg BN 85/4101 07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
13	Progi ła F ₁ nawisy ła F _l	Łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	nie dopuszcza się		≤ 5%
14	Uskoki F _o	Wysokość przesunięcia krawędzi złącza odniesiona do grubości materiału rodzimego a) przy uskoku na całej długości złącza dla stali wysokowytrzymałych dla pozostałych materiałów b) przy uskoku odcinkowym na łącznej długości nie przekraczającej 20% długości złącza dla stali wysokowytrzymałych dla pozostałych materiałów	nie dopuszcza się	≤ 10%	klasy III nie stosuje się
			nie dopuszcza się	≤ 15% lecz nie więcej niż 15 mm	klasy III nie stosuje się
			≤ 15% lecz nie więcej niż 15 mm	≤ 20% lecz nie więcej niż 2 mm	≤ 30% lecz nie więcej niż 2 mm

¹⁾ Nazwy i symbole wad wg PN 75/M 69703²⁾ Za wadę drobną uważać należy wadę o maksymalnym wymiarze nie przekraczającym 70% górnej granicznej wartości obliczonej według odpowiedniej zależności oznaczonej odnośnikiem¹⁾³⁾ Dopuszczalną wartość przyjmować równą wartości obliczonej z dokładnością do 0,1 mm⁴⁾ Jeżeli złącze jest krótsze niż 100 mm łańcucha wad Ac nie dopuszcza się⁵⁾ Jeżeli złącze jest krótsze niż 100 mm dopuszczalną długość wad należy obliczać z dokładnością do 0,1 mm proporcjonalnie do jego długości⁶⁾ Głębokość wtopienia spoiny pachwinowej mniejszą niż

15% dla grubości materiału rodzimego do 5 mm

10% dla grubości materiału rodzimego powyżej 5 mm lecz nie więcej niż 15 mm

15 mm dla grubości materiału rodzimego powyżej 15 mm

należy uważać za przyklejenie

⁷⁾ W złączach o kącie rozwarcia elementów < 90° ocenia się tylko długość linii wtopienia która wzdłuż każdego boku spoiny nie powinna być mniejsza od szerokości spoiny⁸⁾ Z wyjątkiem wad w postaci wklęsnięć ła F_h

ZAŁĄCZNIK 2

DOPUSZCZALNA NAPRAWA WADLIWYCH ZŁĄCZY SPAWANYCH ELEMENTÓW ZE STALI KONSTRUKCYJNYCH, STALI WYSOKOWYTRZYMAŁYCH, STALI NIERDZEWNYCH ORAZ STALI I STOPOW ZAROODPORNYCH I ZAROWYTRZYMAŁYCH

Dopuszczalna naprawa obrobką mechaniczną z wadami ¹⁾	złącza z wadami ¹⁾	Dopuszczalna naprawa obrobką mechaniczną i spawaniem								Dopuszczalne zmiany wymiarów spoiny po naprawie
		przy stanie złącza	rodzaju spawanego materiału rodzimego	dopuszczalny zakres naprawy w % długości spoiny i dopuszczalna liczba napraw w tym samym miejscu spoiny						
				dla złącza wg BN 85/4101 07 klasy						
				I		II		III		
				% dłu gości spoiny	liczba napraw	% dłu gości spoiny	liczba napraw	% dłu gości spoiny	liczba napraw	
Fa Fb Fc Fd Fe Ff Fg Fh Fx bez ograniczeń z tym że wymiary spoiny po naprawie powinny być zgodne z BN 85/4101 07	A B C D E Fb Fc Fd Fe Ff Fg Fh Fx	przed obrobką cieplną (elementy konstrukcji przed lub po obrobce cieplnej)	stałe wy sokowy-trzymałe	10 (10) ²⁾	1	20 (10)	1	20 (10)	1	Poszerzenie spoiny w przypadku jej wad przygranicznych ≤ 50% Pocienienie materiału rodzimego po obrobce mechanicznej ≤ 10% lecz nie więcej niż 1 mm Obrobka mechaniczna nie może po zostawić nacięć i nie równości w postaci karbow
			stałe i sto py pozo stałe	20 (10)	2	30 (10)	3	50 (10)	3	
	E	po obrobce cieplnej	stałe wy sokowy-trzymałe	—	—	5	1	10	1	
			stałe i sto py pozo stałe	5	1	10	1	10	1	

¹⁾ Symbole wad wg załącznika 1

²⁾ W nawiasie podana jest w % dopuszczalna długość wad przygranicznych spoiny nie przekraczających 10% jej szerokości wliczana do ogólnej długości dopuszczalnych wad podanej bez nawiasu

ZAŁĄCZNIK 3

DOPUSZCZALNE WADY ZŁĄCZY SPAWANYCH ELEMENTÓW ZE STOPOW ALUMINIUM

Lp	Nazwy i symbole wad ¹⁾	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złącza wg BN 85/4101-07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	Pęcherze A (kuliste Aa kanalikowe Ab łańcuch pęcherzy Ac gniazdo pęcherzy Ad podłużne Ae) Wtrącenia B (wtrącenia obcego metalu Bc) Porowatość Fe	Długość wady a) dla materiału rodzimego o grubości s do 3 mm wady A lub B wady Fe b) dla materiału rodzimego o grubości s powyżej 3 do 10 mm wady A lub B wady Fe Odstęp między jakimikolwiek sąsiadującymi wadami z których większa jest o długości l	$\leq 0,3s^{2)}$ nie dopuszcza się	$\leq 0,4s^{2)}$ $\leq 0,2$ mm	nie ocenia się $\leq 0,3$ mm
			$\leq 0,1s + 0,6^{2)}$ nie dopuszcza się ≥ 41	$\leq 0,11s + 0,9^{2)}$ $\leq 0,2$ mm ≥ 31	nie ocenia się $\leq 0,5$ mm

cd. tablicy

Lp	Nazwy i symbole wad ¹⁾	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złącza wg BN 85/4101-07 klasy		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	Pęcherze A (kuliste Aa kanalikowe Ab łancuch pęcherzy Ac gniazdo pęcherzy Ad podłużne Ae) Wtrącenia B (wtrącenia obcego me- talu Bc) Porowatość Fe	Łączna długość wad w dowolnym odcin- ku złącza o długości 100 mm¹⁾ a) dla materiału rodzimego o grubos- ci do 3 mm wad A i B wad Fe b) dla materiału rodzimego o grubos- ci powyżej 3 do 10 mm wad A i B wad Fe	≤ 4 mm nie dopuszcza się ≤ 5 mm nie dopuszcza się	≤ 5 mm ≤ 4 mm ≤ 6 mm ≤ 5 mm	nie ocenia się nie ocenia się
2	Przyklejenia C ⁴⁾	—	nie dopuszcza się		
3	Wklęsnięcia grani Da	—	nie dopuszcza się		
4	Braki przetopu spoiny jednostronnej Db dwustronnej Dc	Brak przetopu spoiny jednostronnej w złączu doczołowym Łączna długość wadliwych odcinków spoiny dwustronnej w złączu doczoło- wym odniesiona do długości złącza Łączna długość wadliwych odcinków spoiny pachwinowej w złączu teowym zakładkowym lub naroznym odniesiona do długości złącza — z brakiem przetopu przy wierz- chołku złącza nie większym niż 10% boku spoiny — z brakiem przetopu przy wierz- chołku złącza nie większym niż 15% boku spoiny	nie dopuszcza się $\leq 5\%$ nie dopuszcza się	nie dopuszcza się $\leq 10\%$ $\leq 10\%$ nie dopuszcza się	$\leq 10\%$ $\leq 30\%$ $\leq 30\%$
5	Pęknięcia E	—	nie dopuszcza się		
6	Wycieki Fa	Liczba wycieków kropłowych nie prze- kraczających o 50% górnego graniczne- go wymiaru wysokości grani spoiny złą- cza doczołowego wg BN-85/4101-07 od- niesiona do dowolnego odcinka złącza o długości 100 mm³⁾ Wysokość wycieku ciągłego w złączu teowym lub zakładkowym a) dla materiału rodzimego o grubos- ci do 1 mm b) dla materiału rodzimego o grubos- ci powyżej 1 mm do 2 mm Łączna długość wycieku ciągłego w złą- czu teowym lub zakładkowym odniesio- na do długości złącza	≤ 2 sztuki $\leq 0,3$ mm $\leq 0,2$ mm $\leq 20\%$	≤ 3 sztuki $\leq 0,4$ mm $\leq 0,3$ mm $\leq 30\%$	≤ 4 sztuki $\leq 0,5$ mm $\leq 0,4$ mm $\leq 50\%$
7	Nierówności lica Fb nadmierne nadlewy lica Fk rozlewy lica Fm wypukłości spoiny pachwinowej Fw nierównoramiennosc spoiny pachwinowej Fx	Powiększenie spoiny w stosunku do wy- miarów wg BN 85/4101-07 Łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	$\leq 10\%$ $\leq 20\%$	$\leq 15\%$ $\leq 30\%$	$\leq 20\%$ $\leq 50\%$

cd. tablicy

Lp	Nazwy i symbole wad ¹⁾	Przedmiot oceny	Dopuszczalne wielkości dla złącza wg BN 85/4101 07 klasy		
1	2	3	I	II	III
4	5	6			
8	Podtopienia lica Fc grani Fd	Głębokość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego Długość wadliwego odcinka spoiny Odstęp między wadliwymi odcinkami spoiny Łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	$\leq 5\%$ lecz nie więcej niż 0,25 mm ≤ 50 mm ≥ 80 mm $\leq 5\%$	$\leq 10\%$ lecz nie więcej niż 0,35 mm ≤ 80 mm ≥ 50 mm $\leq 10\%$	$\leq 15\%$ lecz nie więcej niż 0,8 mm nie ocenia się nie ocenia się $\leq 20\%$
9	Kratery Ff	—	nie dopuszcza się		
10	Przepalenia Fg	—	nie dopuszcza się		
11	Wklęsnięcia lica Fh	Głębokość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego Długość wadliwego odcinka spoiny odniesiona do długości złącza Łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	$\leq 5\%$ lecz nie więcej niż 0,5 mm $\leq 5\%$ lecz nie więcej niż 100 mm $\leq 8\%$	$\leq 10\%$ lecz nie więcej niż 1 mm $\leq 5\%$ lecz nie więcej niż 150 mm $\leq 10\%$	$\leq 20\%$ lecz nie więcej niż 1,5 mm $\leq 40\%$ $\leq 40\%$
12	Progi lica Fi nawisy lica Fj nawisy wycieku w złączach doczołowych Fk	Długość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego Łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	$\leq 4s$ $\leq 10\%$	$\leq 5s$ $\leq 15\%$	$\leq 6s$ $\leq 25\%$
13	Uskoki Fo	Wysokość i długość uskoku a) przy uskoku na całej długości złącza wysokość przesunięcia krawędzi złącza odniesiona do grubości materiału rodzimego b) przy uskoku odcinkowym wysokość przesunięcia krawędzi złącza odniesiona do grubości materiału rodzimego długość wadliwego odcinka spoiny odniesiona do długości złącza łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	$\leq 10\%$ lecz nie więcej niż 1,5 mm $\leq 20\%$ lecz nie więcej niż 2 mm $\leq 10\%$ lecz nie więcej niż 200 mm $\leq 15\%$	$\leq 15\%$ lecz nie więcej niż 2 mm $\leq 30\%$ lecz nie więcej niż 2 mm $\leq 15\%$ lecz nie więcej niż 250 mm $\leq 20\%$	$\leq 25\%$ lecz nie więcej niż 2,5 mm $\leq 40\%$ lecz nie więcej niż 3 mm $\leq 30\%$ $\leq 30\%$
14	Wybrzuszania krawędzi złączy doczołowych F	Wysokość i długość wybrzuszania a) przy wybrzuszaniu na całej długości złącza wysokość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego b) przy wybrzuszaniu odcinkowym wysokość wady odniesiona do grubości materiału rodzimego łączna długość wadliwych odcinków spoiny odniesiona do długości złącza	$\leq 15\%$ lecz nie więcej niż 1,5 mm $\leq 20\%$ lecz nie więcej niż 2 mm $\leq 10\%$	$\leq 20\%$ lecz nie więcej niż 2 mm $\leq 30\%$ lecz nie więcej niż 2 mm $\leq 20\%$	$\leq 25\%$ lecz nie więcej niż 2,5 mm $\leq 40\%$ lecz nie więcej niż 3 mm $\leq 30\%$
15	Utlwienia grani Fl	—	nie dopuszcza się		

¹⁾ Nazwy wad z symbolami literowymi — wg PN 75/M 69703. Wprowadzone w lp 12, 14 i 15 nazwy i ich symbole literowo-cyfrowe F₁, F₂ i F₃ nie występują w PN 75/M 69703.

²⁾ Dopuszczalną wartość przyjmując równą wartości obliczonej z dokładnością do 0,1 mm.

³⁾ Jeżeli złącze jest krótsze niż 100 mm, dopuszczalną długość wad należy obliczać z dokładnością do 0,1 mm proporcjonalnie do jego długości, a dopuszczalną liczbę wad — z dokładnością do 1 sztuki.

⁴⁾ Głębokość wtopienia spoiny pachwinowej mniejszą niż 10% grubości materiału rodzimego należy uważać za przyklejenie.

ZAŁĄCZNIK 4

DOPUSZCZALNA NAPRAWA WADLIWYCH ZŁĄCZY SPAWANYCH ELEMENTÓW ZE STOPÓW ALUMINIUM

Dopuszczalna naprawa obrobką mechaniczną z wadami ¹⁾	złącza z wadami ¹⁾	Dopuszczalna naprawa obrobką mechaniczną i spawaniem ²⁾						Dopuszczalne zmiany wymiarów spoiny po naprawie
		dopuszczalny zakres naprawy w % długości spoiny i dopuszczalna liczba napraw w tym samym miejscu spoiny						
		dla złącza wg BN 85/4101 07 klasy						
		I		II		III		
		% długości spoiny	liczba napraw	% długości spoiny	liczba napraw	% długości spoiny	liczba napraw	
Fa Fb Fi Fk Fl Fw Fx Fi bez ograniczeń z tym że wymiary spoin po naprawie powinny być zgodne z BN 85/4101 07	A B E Fe	30 2 sztuki ¹⁾	2 (1) ⁴⁾ ~	40 3 sztuki	2 (2)	60 4 sztuki	3 (3)	Poszerzenie spoiny w przypadku naprawy złącza wadliwego o nie więcej niż 100% pierwotnej szerokości spoiny Obrobka mechaniczna złącza nie może pozostawiać nacięć i nierówności w postaci karbow
	C Dc	5		8		15		
	Da Fb Fc Fd Ff Fh Fx	10		20		50		
	Db Fj	10		15		nie ogranicza się		
	Fg	10 2 sztuki		15 3 sztuki		20 4 sztuki		

¹⁾ Symbole wad wg załącznika 3

²⁾ Jeżeli złącze podlega obrobce cieplnej jego naprawa spawaniem powinna być wykonana przed obrobką cieplną

³⁾ W sztukach określona jest dopuszczalna liczba wad w odcinku spoiny o długości 100 mm w przypadku krótszej spoiny dopuszczalną liczbę wad należy obliczyć z dokładnością do 1 sztuki proporcjonalnie do długości złącza

⁴⁾ W nawiasie podana jest dopuszczalna liczba napraw powierzchni cylindrycznej lub sferycznej w tym samym miejscu spoiny

ZAŁĄCZNIK 5

DOPUSZCZALNE WSPÓŁWYSTĘPOWANIE WAD W DOWOLNYM ODCINKU O DŁUGOŚCI 100 mm SPOINY W ZŁĄCZU KLASY I LUB II (NIE OGRANICZA SIĘ WSPÓŁWYSTĘPOWANIA WAD W ZŁĄCZACH KLASY III)

Wady ¹⁾	Fc Fd ²⁾	Fb Fk Fm Fw Fx	Fo ³⁾	Fh ³⁾	A B Fe
Fc Fd ²⁾	—	I II	—	II	I II
Fb Fk Fm Fw Fx	I II	—	I II	II	I II
Fo ³⁾	—	I II	—	II	I II
Fh ³⁾	II	II	II	—	II
A B Fe	I II	I II	I II	II	—

Zapis I II albo II oznacza dopuszczalność współwystępowania w złączy klasy I lub II albo tylko II wad określonych symbolami w rubrykach (poziomej i pionowej) krzyżujących się w polu zawierającym zapis

Dodatkowe ograniczenia dopuszczalności współwystępowania wad wynikają z treści odsyłaczy ²⁾ i ³⁾

Zapis — całkowicie wyklucza dopuszczalność współwystępowania wad

¹⁾ Symbole wad wg PN 75/M 69703

²⁾ Nie dotyczy złączy elementów ze stali wysokowytrzymałych

³⁾ Dotyczy tylko złączy elementów ze stopów aluminium

PF231

INFORMACJE DODATKOWE

1 Instytucja opracowująca normę — Instytut Lotnictwa Warszawa

2 Normy związane

PN 85/M 04254 Struktura geometryczna powierzchni Porównawcze wzorce chropowatości 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 75-79 Дуговая сварка в среде защитных газов кон-

струкционных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов

ПИ 77-77 Сварка дуговая штучными электродами изделий из конструкционных нержавеющей жаропрочных сталей и сплавов

ПИ-113-66 Дуговая сварка алюминиевых сплавов в среде инертных газов

4 Autorzy projektu normy — inż. Józef Wisniewski doc mgr inż. Henryk Zatyka tech. Marian Chrzanowski — Instytut Lotnictwa Warszawa