wycof 15 12 95
N 1/96
ob PN-L-01423 1995

7432

UKD 621 791 763 1/ 305 669 715 629 7

SPAWALNICTWO	NORMA BRANŻOWA Zgrzewanie oporowe konstrukcji lotniczych Wytyczne wykonywania i kontroli złączy zgrzewanych punktowo i liniowo ze stopów aluminium	BN-89 4101-03 Zamiast BN-82/4101-03 Grupa katalogowa 0305

1 WSTĘP

1 1 Przedmiot normy Przedmiotem normy są wytyczne wykonywania i kontroli złączy zgrzewanych punktowo i liniowo ze stopów aluminium w konstrukcjach lotniczych

1 2 Zakres stosowania normy Normę należy stosować do złączy zgrzewanych punktowo i liniowo części ze stopów aluminium o minimalnej grubości 0 3 mm oraz sumarycznej grubości nie przekraczającej 6 mm

2 WYTYCZNE WYKONYWANIA ZŁĄCZY ZGRZEWANYCH

2 1 Zgrzewarka Zgrzewanie należy wykonywać na zgrzewarkach stosowanych do zgrzewania stopów aluminium wyposażonych w urządzenia regulacyjne zapewniające stałość i dokładność ustalonych parametrów zgrzewania (natężenie prądu czas docisk elektrod) oraz dodatkowe urządzenia kontrolno-pomiarowe umożliwiające okresowe sprawdzenie tych parametrów z określeniem ich wartości rzeczywistych (docisk w N natężenie prądu w A) Instalacja zgrzewarki powinna być wyposażona w przyrządy sygnalizujące odchyłki napięcia zasilania dopuszczalne w granicach ±5% lub w szerszych granicach dostosowanych do układu kompensacyjnego zgrzewarki

Zgrzewarki przewidziane do zgrzewania złączy klasy I i II wg BN-89/4101-05 powinny spełniać ponadto wymagania próby kwalifikacyjnej wg 3 2

2 2 Elektrody W zależności od kształtu zgrzewanych części należy stosować elektrody kłowe proste lub kształtowe (przy zgrzewaniu punktowym) i krążkowe (przy zgrzewaniu liniowym) Główne wymiary elektrod prostych i własności stopów miedzi do wykonania elektrod — wg PN-75/M-69122 Główne wymiary półwyrobów krążkowych i własności stopów miedzi stosowanych do ich wykonania — wg PN-75/M-69123

Powierzchnia robocza elektrod powinna być gładka, czysta o kształcie kulistym dla elektrod kłowych i wypukłym dla elektrod krążkowych

Zalecane wielkości promieni powierzchni roboczych elektrod w mm — wg tabl 1

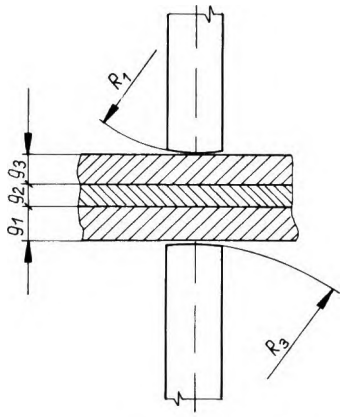
Tablica 1

Elektroda	Grubość zewnętrznego zgrzewanego elementu złącza						
	0 3 — 0 4	0 5 — 0 6	0 8 — 1 2	1 5 - 1 6	1 8 — 2 0	2 5	3 0
	Promień powierzchni roboczej elektrody						
Kłowa	50	75	100	150	200		250
Krążkowa	50			75		100	

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa dnia 1 czerwca 1989 r
jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1990 r
(Dz Norm i Miar nr 6/1989 poz 14)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE ALFA 1989 Druk Wyd Norm W wa Ark wyd 1 90 Nakł 5000 + 27 Zam 1446/89 Cena zł 600 00

Usytuowanie elektrod przy zgrzewaniu, w zależności od wielkości promieni ich powierzchni roboczych i grubości elementów zewnętrznych złącza — wg rys 1



Rys 1 Kształt powierzchni roboczej elektrod kłowych i krążkowych R_1 — promień powierzchni roboczej elektrody dla zgrzewanej grubości g_1 R_3 — promień powierzchni roboczej elektrody dla zgrzewanej grubości g_3

2 3 Parametry procesu zgrzewania dla danego rodzaju materiału i grubości zgrzewanych części oraz wysięgu i rozstawu ramion zgrzewarki i ich wyposażenia, należy ustalić doświadczalnie na podstawie wyników prób technologicznych Za wyjściowe należy przyjmować parametry podawane w instrukcjach obsługi zgrzewarek W przypadku zgrzewania części o różnych grubościach, parametry należy ustalić jak dla części o mniejszej grubości, z zastosowaniem odpowiedniej korekty po wstępnych próbach

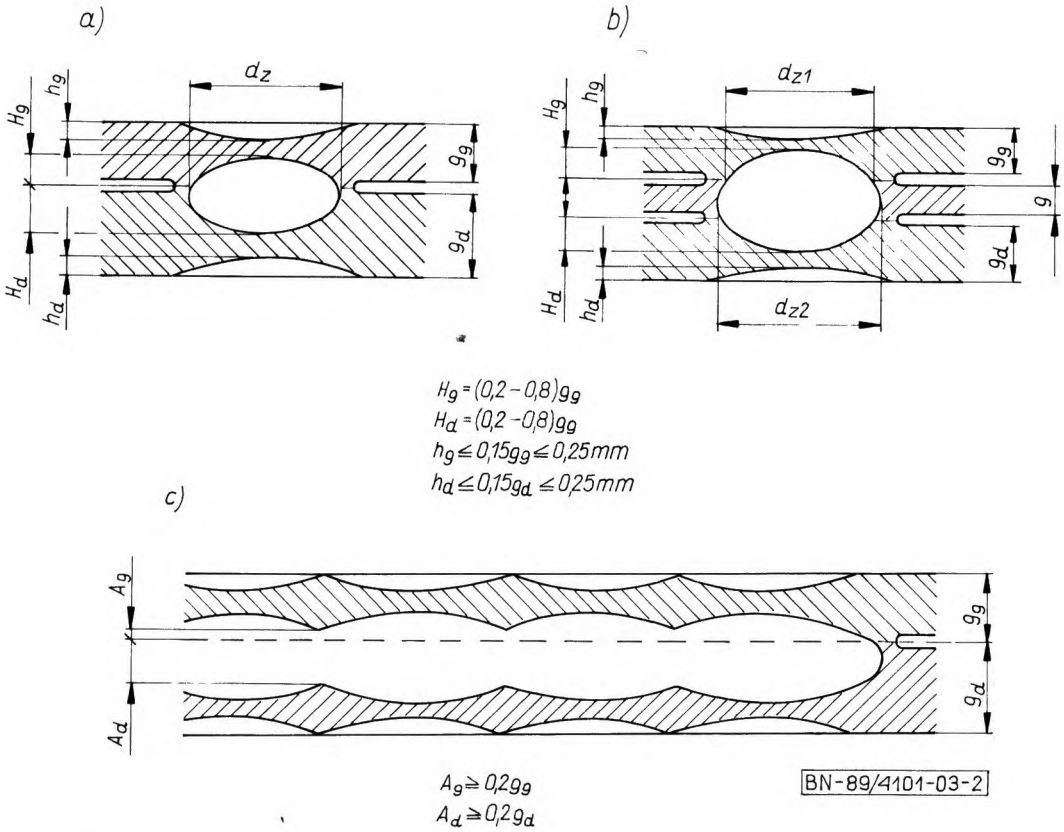
Przy ustalaniu parametrów procesu zgrzewania złączy klasy I i II niezależnie od prób technologicznych, należy wykonać próbę kontrolną wg 3 3

2 4 Zgrzeiny Kształt i wymiary zgrzein — wg rys 2 W przypadku zgrzewania trzech lub czterech części dopuszcza się całkowite przetopienie części pośrednich

Wartości średnic zgrzein punktowych i szerokości zgrzein liniowych powinny odpowiadać podanym w BN-89/4101-05 wartościom średnic zgrzein punktowych, przy czym należy je oceniać w odniesieniu do grubości cieńszego elementu każdej pary elementów przyległych złącza (d_z dla grubości g_d i g_g — wg rys 2a), d_{z_1} dla grubości g_g i g oraz d_{z_2} dla grubości g_d i g — wg rys 2b)

Dopuszcza się zwiększenie wymiarów średnic lub szerokości zgrzein, jeżeli nie powoduje ono wad złączy zgrzewanych

Odciski elektrod powinny być równomierne (w szwach punktowych o prawidłowym kształcie kołowym, w szwach liniowych o prawidłowej szerokości i równomiernie rozłożonej łusce), czyste bez pęknięć powierzchniowych, przepalen i wtrąceń metalu elektrod



Rys 2 Przekroje zgrzein a) poprzeczny — punktowej i liniowej dwóch łączonych części b) poprzeczny — punktowej i liniowej trzech łączonych części c) wzdłużny — liniowej dwóch łączonych części

H_g H_d — głębokości wtopienia zgrzeiny h_g h_d — wgnioty złączy d_z d_1 i d_2 — średnice zgrzeiny A_g A_d — głębokości wtopienia na granicy zachodzenia jąder zgrzeiny liniowej

Współczynnik wytrzymałości złącza zgrzewanego liniowo przy obciążeniu statycznym nie powinien być niższy niż 0 9 w stosunku do wytrzymałości na rozciąganie materiału w stanie miękkim lub wyżarzonym zastosowanego na konstrukcję zgrzewaną

Siła ścinająca zgrzeinę punktową nie powinna być mniejsza od wartości podanych w tabl 2

Dopuszcza się wewnętrzne wady zgrzein punktowych i liniowych na ich przekrojach pod warunkiem że

— sumaryczna ich powierzchnia nie jest większa niż 5% powierzchni przekroju poprzecznego zgrzeiny,

— największy wymiar liniowy nie przekracza 20% średnicy lub szerokości zgrzeiny

— wszystkie wady skupione są wewnątrz zgrzeiny w odległości od granic zgrzeiny nie mniejszej niż 15% jej średnicy lub szerokości

2 5 2 Składanie części do zgrzewania powinno odbywać się w przyrządach lub uchwytach zapewniających zgodność wzajemnego położenia części Części powinny dokładnie przylegać do siebie Miejscowe luzy pomiędzy złożonymi częściami w miejscu przewidywanego szwu zgrzewanego nie powinny być większe od podanych w tabl 3

Tablica 3

Grubość cieńszego elementu złącza mm	Wielkości luzu mm na długości	
	100 mm	200 mm
0 3 do 1 5	0 3	0 5
powyżej 1 5 do 3 0	0 2	0 3
powyżej 3 0 do 5 0	0 15	0 25

Tablica 2

Wytrzymałość stopu	$R_m \geqslant 380$ MPa			$380 > R_m \geqslant 240$ MPa			$240 > R_m \geqslant 130$ MPa			$R_m < 130$ MPa		
Grubość zgrzewanego elementu mm	Wartość siły ścinającej zgrzeinę punktową N											
	najmniejsza	średnia		najmniejsza	średnia		najmniejsza	średnia		najmniejsza	średnia	
		20 próbek	95 próbek		20 próbek	95 próbek		20 próbek	95 próbek		20 próbek	95 próbek
0 3	334	441	412	284	383	353	128	168	157	97	130	120
0 4	481	638	589	432	579	530	314	422	383	235	313	290
0 5	628	834	775	589	785	726	441	589	540	360	481	445
0 6	795	1059	981	775	1030	952	589	785	726	480	637	590
0 8	1138	1511	1403	1040	1383	1275	912	1216	1118	738	981	908
1 0	1530	2031	1884	1373	1825	1687	1334	1776	1638	1016	1350	1250
1 2	1913	2541	2354	1756	2335	2158	1668	2217	2050	1268	1685	1560
1 5	2739	3648	3368	2450	3258	3000	2350	3126	2890	1705	2268	2100
1 8	3803	5058	4678	3246	4317	3993	2976	3958	3660	2067	2749	2542
2 0	4513	6004	5552	3777	5023	4640	3394	4513	4179	2309	3067	2840
2 5	6406	8515	7877	5082	6759	6249	4140	5503	5091	2975	3953	3660
3 0	8594	11429	10565	6612	8790	8132	4581	6092	5631	3447	4580	4240

Wartość sił ścinających podane dla zgrzein punktowych przy zgrzewaniu części o jednakowej grubości
W przypadku złączy wykonywanych z części o różnej grubości lub wytrzymałości wartość sił ścinających należy przyjmować dla części o mniejszej grubości lub wytrzymałości

2 5 Przygotowanie części do zgrzewania

2 5 1 Powierzchnia części przeznaczonych do zgrzewania powinna być czysta bez zanieczyszczeń (kurz tłuste plamy) oraz tlenków

Powierzchniowa warstewka tlenków powinna być usunięta Zaleca się trawienie części przed zgrzewaniem

Dopuszcza się w przypadkach uzasadnionych zamiast trawienia zastosowanie obustronnego czyszczenia mechanicznego (przy użyciu szczotki drucianej ze stali nierdzewnej waty ze stali nierdzewnej) powierzchni części w miejscu przewidzianego szwu na szerokości równej wielkości zakładki Trawienie lub czyszczenie mechaniczne powinno być przeprowadzone ścisłe wg obowiązującej instrukcji

Instrukcja powinna precyzować sposób przeprowadzania procesu sprawdzania skuteczności oczyszczenia oraz zakres dopuszczalnej rezystancji stykowej elementów po zgrzewaniu i do momentu zakończenia zgrzewania w zależności od gatunku zgrzewanego materiału i sposobu oczyszczania

W produkcji jednostkowej (doświadczalnej) zaleca się stosować wstępne składanie części przed oczyszczeniem powierzchni Składanie ostateczne należy przeprowadzić tak aby nie dopuścić do zabrudzenia oczyszczonych powierzchni w miejscu przewidzianego szwu W przypadku konieczności wyznaczenia położenia zgrzein trasowanie powinno być wykonywane ołówkiem kopiowym

W przypadku stosowania substancji uszczelniających zabezpieczających lub wzmacniających złącza zgrzewane (pasty uszczelniające lakiery lub kleje) należy nanosić je na wewnętrzne powierzchnie nakładek przed składaniem części

Dopuszcza się również wprowadzenie substancji uszczelniających, zabezpieczających lub wzmacniających po wykonaniu procesu zgrzewania W przypadku stosowania substancji wzmacniających wytrzymałość złączy powinna odpowiadać wymaganiom dotyczącym warunków technicznych

2 5 3 Szczepianie części za pomocą zgrzein szczepnych należy wykonywać po sprawdzeniu prawidłowości zło-

zenia Zgrzeiny sczepne należy wykonać w linii szwu zgrzewanego przy wartościach parametrów zgrzewania dla danego zestawu grubości części Liczba zgrzein sczepnych oraz kolejności ich wykonania powinny być podane w instrukcji technologicznej wykonania części

Sczepienie części przeznaczonych do zgrzewania liniowego wykonywać na zgrzewarkach punktowych Podczas zgrzewania punktowego dopuszcza się inny sposób sczepiania np za pomocą śrub technologicznych

Po zakończeniu procesu zgrzewania, śruby technologiczne należy zastąpić nitami

2 6 Zgrzewanie części

2 6 1 Kwalifikacje zgrzewacza Zgrzewanie konstrukcji lotniczych powinny wykonywać zgrzewacze z kwalifikacjami określonymi w instrukcji technologicznej w zakresie zgrzewania stopów aluminium

2 6 2 Proces zgrzewania należy wykonywać przy ustalonych wartościach parametrów zgrzewania Dopuszcza się zmiany ustalonych parametrów w granicach ±5% lub ±10% gdy zmienia się tylko jeden parametr

Kształt powierzchni roboczej elektrod należy sprawdzać za pomocą szablonów Dopuszcza się powiększenie promienia powierzchni roboczej w granicach 20% nominalnej wartości

Zgrzeiny powinny być wykonane w linii szwu podanej na rysunku technicznym z zachowaniem podziałki

Dopuszcza się odchylenia w rozmieszczeniu zgrzein punktowych w kierunku wzdłużnym (podziałka, odległość od krawędzi) w granicach ±10%, ale nie większe niż ±3 mm oraz zgrzein punktowych i liniowych w kierunku poprzecznym od linii szwu — w granicach ±1 mm Zgrzeiny sczepne powinny być pokryte zgrzeiną ciągłą Dopuszcza się wystawanie zgrzein sczepnych poza linię zgrzeiny liniowej nie większe niż $^1/_3$ średnicy zgrzeiny sczepnej Podczas wykonywania zgrzein obwodowych w częściach cylindrycznych zgrzeina liniowa powinna pokrywać się na odcinku nie krótszym niż 15 mm

3 WYTYCZNE KONTROLI PROCESU ZGRZEWANIA

3 1 Próba technologiczna Próbę należy wykonać przed każdorazowym doborem parametrów procesu zgrzewania i wykonaniem badań wytrzymałościowych lub metalograficznych Próbkę należy wykonać z tego samego materiału tej samej grubości i oczyszczonego wg 2 5 1 oraz w tych samych warunkach, co i części zgrzewane

Próba polega na wykonaniu zakładkowych złączy zgrzewanych i odrywaniu zgrzein wg 3 5 1 Próbie należy poddać nie mniej niż 8 zgrzein punktowych i nie mniej niż 100 mm długości odcinka zgrzeiny liniowej Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli średnice nieoderwanych zgrzein punktowych i szerokości nieoderwanych zgrzein liniowych odpowiadają wymaganiom wg 2 4

Dopuszcza się częściowe oderwanie zgrzein o głębokości nie mniejszej niż 30% grubości elementu, z którego nastąpiło wyrwanie oraz odchyłki średnic lub szerokości zgrzein nie większe niż ±10% średniej arytmetycznej badanej liczby zgrzein punktowych lub długości zgrzeiny liniowej

3 2 Próby kwalifikacyjne zgrzewarek

3 2 1 Wymagania ogólne Próbę należy wykonać przed dopuszczeniem zgrzewarki punktowej lub liniowej do zgrzewania złączy klasy I i II oraz po każdym remoncie głównym zgrzewarki

Złącza próbne należy wykonać z blach oczyszczonych zgodnie z 2 5 1

Zgrzewanie złączy próbnych należy wykonać przy niezmiennych parametrach zgrzewania stosując maksymalny rozstaw i wysięg ramion zgrzewarki do maksymalnych grubości próbek i minimalny do minimalnych grubości

3 2 2 Próba kwalifikacyjna zgrzewarki punktowej polega na wykonaniu złączy próbnych z blach o grubości minimalnej i maksymalnej, przewidzianych do zgrzewania na danej zgrzewarce

Kształt i wymiary złącza próbnego i próbek jednostkowych wg 3 5 2 rys 5a) i 6a) oraz tabl 5 i 6 Złącza próbne powinny być poddane oględzinom zewnętrznym na zgodność z 2 4 i 2 6 2

Ze złącza próbnego każdej grubości należy wyciąć 100 próbek jednostkowych ponumerowanych w kolejności zgrzewania Próbki oznaczone numerami 20 41, 60 81 i 100 należy poddać badaniom metalograficznym a pozostałe badaniom wytrzymałościowym na ścinanie wg 3 5 2

Wyniki próby należy uznać za dodatnie jeżeli badane złącza spełniają wymagania wg 2 4 i 2 6 2 oraz

— najmniejsza wartość i średnia arytmetyczna wartość siły niszczącej z wszystkich badanych próbek nie jest mniejsza od wartości podanych w tabl 2,

— rozrzut wartości siły niszczącej mieści się w granicach od 0 75 do 1 25 średniej arytmetycznej a 90% otrzymanych wyników mieści się w granicach 0,88 — 1 12 wartości średniej

Uzyskane wyniki badań i prób należy wpisać do protokołu próby

Zalecany wzór protokołu próby kwalifikacyjnej — wg załącznika 1

3 2 3 Próba kwalifikacyjna zgrzewarki liniowej polega na wykonaniu złączy próbnych z blach o grubości minimalnej i maksymalnej przewidzianych do zgrzewania na danej zgrzewarce

Kształt i wymiary złącza próbnego i próbek jednostkowych określono w 3 5 2 rys 5c) i 6a) oraz tabl 5 i 6 Złącza próbne powinny być poddane oględzinom zewnętrznym na zgodność z 2 4 i 2 6 2

Ze złącza próbnego każdej grubości należy wyciąć 24 próbki jednostkowe, ponumerowane w kolejności zgodnej z kierunkiem zgrzewania Próbki oznaczone numerami 5 10 20 należy poddać badaniom metalograficznym przekroju poprzecznego zgrzeiny numer 15 — badaniu przekroju wzdłużnego zgrzeiny, a pozostałe — badaniom wytrzymałościowym na ścinanie wg zasad podanych w 3 5 2

Wyniki próby należy uznać za dodatnie, jeżeli

— zgrzeina liniowa wykonana jest zgodnie z wymaganiami wg 2 4 i 2 6 2

— wytrzymałosc złącza (poszczegolnych probek) nie jest mniejsza niz 90% wytrzymałosci zgrzewanego materiału w stanie miękkim lub wyzarzonym

Uzyskane wyniki nalczy wpisac do protokołu proby Zalecany wzor protokołu proby kwalifikacyjnej — wg załącznika 1

3 3 Proba kontrolna parametrow procesu zgrzewania

3 3 1 Wymagania ogolne Probę nalczy wykonac przy ustaleniu parametrow procesu zgrzewania złączy klasy I i II

Elementy złączy probnych nalczy wykonac z tego samego materiału i połfabrykatow tej samej grubosci co elementy zgrzewane oraz oczyscic zgodnie z 2 5 1

Dopuszcza się stosowanie złączy o innym kształcie pod warunkiem uzyskania zgodnosci wymiarow i jakosci zgrzein w wyniku przeprowadzenia badan porownawczych z zastosowaniem tych samych parametrow zgrzewania

W przypadku gdy kształt złączy zgrzewanych uniemozliwia wykonanie probek wytrzymałosciowych dopuszcza się badania te zastąpic probą technologiczną wraz z oceną wg 3 1

3 3 2 Proba kontrolna parametrow zgrzewania punktowego Dla złączy zakładkowych z blach nalczy wykonac złącze probne ktorego kształt i wymiary oraz kształt i wymiary probek jednostkowych okreslono w 3 5 2 rys 5a) lub 5b) i 6 oraz tabl 5 i 6

W przypadku łączenia dwoch elementow nalczy wykonac złącze wg rys 6a) stanowiące jedną serię probek jednostkowych natomiast w przypadku łączenia trzech lub czterech elementow nalczy uwzględnic wykonanie odpowiednich złączy stanowiących kolejne serie probek wg rys 6b) lub 6c)

Zgrzeiny powinny byc poddane oględzinom zewnętrznym oraz w złączach klasy I dodatkowo kontroli rentgenowskiej na zgodnosc z 2 4 oznaczone numerem serii (cyfra rzymska) i numerem wynikającym z kolejnosci zgrzewania (cyfra arabska)

Z kompletu złączy probnych nalczy wyciąc 5 probek do badan metalograficznych o numerach I/5, I/10, I/20 i I/25 oraz z kazdej serii po 20 probek do badan wytrzymałosciowych na scinanie

Badania wytrzymałosciowe i metalograficzne nalczy przeprowadzic wg 3 5 2

Wyniki sprawdzania i badan nalczy uznac za dodatnie jezeli

— wykonane zgrzeiny są zgodne z wymaganiami wg 2 4 i 2 6 2

— najmniejsza wartosc i srednia arytmetyczna wartosci siły niszczącej badanych 20 probek nie jest mniejsza od wartosci podanych w tabl 2

— rozrzut wartosci siły niszczącej miesci się w granicach 0 75 — 1 25 wartosci srednicj arytmetycznej a 90% otrzymanych wynikow miesci się w granicach 0 80 — 1 12 wartosci srednicj

W przypadku negatywnego wyniku proby nalczy skorygowac parametry procesu zgrzewania i probę powtorzyc Dodatnie wyniki badan i prob nalczy wpisac do protokołu proby

Zalecany wzor protokołu — wg załącznika 2

3 3 3 Proba kontrolna parametrow zgrzewania liniowego Dla złączy zakładkowych z blach nalczy wykonac złącze probne ktorego kształt i wymiary oraz kształt i wymiary probek jednostkowych okreslone są w 3 5 2 rys 5c) i 6 oraz tabl 5 i 6

W przypadku łączenia dwoch elementow nalczy wykonywac złącze wg rys 6a) stanowiące jedną serię probek jednostkowych, natomiast w przypadku łączenia trzech lub czterech elementow nalczy uwzględnic wykonanie odpowiednich złączy stanowiących kolejne serie probek wg rys 6b) lub 6c)

Zgrzeiny powinny byc poddane oględzinom zewnętrznym oraz w złączach klasy I dodatkowo kontroli rentgenowskiej na zgodnosc z 2 4 i 2 6 2 a probki jednostkowe oznaczone numerem serii (cyfra rzymska) i numerem wynikającym z kierunku i kolejnosci zgrzewania (cyfra arabska)

Z kompletu złączy probnych nalczy wyciąc 4 probki do badan metalograficznych przekroju poprzecznego zgrzeiny o numerach I/2 I/5, I/8 i I/11 4 probki do badan metalograficznych przekroju wzdłuznego zgrzeiny o numerach I/3 I/6 I/9 i I/12 oraz z kazdej serii po 5 probek do badan wytrzymałosciowych na scinanie

Sposob wykonania i oceny badan wg 3 2 3 W przypadku negatywnego wyniku proby nalczy skorygowac parametry procesu zgrzewania i probę powtorzyc Dodatnie wyniki badan i prob nalczy wpisac do protokołu proby

Zalecany wzor protokołu — wg załącznika 2

3 4 Okresowe sprawdzanie parametrow zgrzewania

3 4 1 Wymagania ogolne Probę nalczy wykonac

— przed rozpoczęciem i zakonczeniem kazdej zmiany roboczej,

— po wykonaniu kazdych 500 zgrzein lub po 2 godzinach zgrzewania,

— po kazdej zmianie parametrow procesu zgrzewania,

— po poprawieniu lub wymianie elektrod

Elementy złączy probnych nalczy wykonac z tego samego materiału i półfabrykatów tej samej grubosci co elementy zgrzewane oraz oczyscic je rownoczesnie w tych samych warunkach co elementy zgrzewane zgodnie z 2 5 1 Złącza probne powinny odpowiadac kształtom złączy zgrzewanych

W przypadku gdy kształt połfabrykatow zgrzewanych uniemozliwia wykonanie probek wytrzymałosciowych, dopuszcza się badania te zastąpic badaniami metalograficznymi (makro) probek wykonanych z połfabrykatow lub częsci zgrzewanych wraz z oceną wg 2 4

Łączna liczba zgrzein punktowych lub długosc szwu zgrzeiny liniowej powinna odpowiadac wymaganiom wg 3 4 2 i 3 4 3

3 4 2 Okresowe sprawdzenie parametrow zgrzewania punktowego Dla złączy zakładkowych z blach nalczy wykonac złącza probne wg 3 3 2

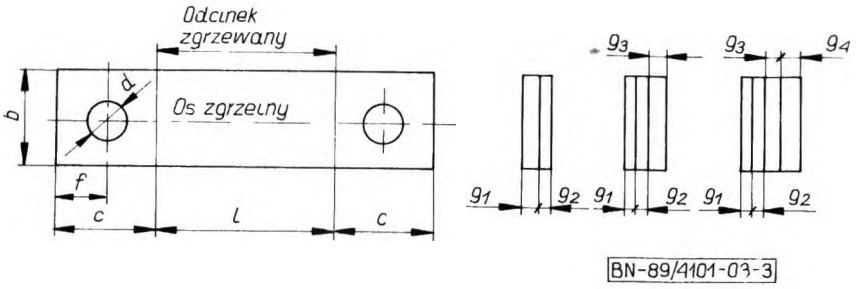
W przypadku łączenia trzech lub czterech elementow dopuszcza się wykonywanie jednej serii probek przy zastosowaniu złączy wg rys 7a) lub 7b) Z kompletu złączy probnych nalczy dodatkowo wyciąc 2 probki do badan metalograficznych o numerach I/4 I/5 (tylko

dla złączy klasy I i na początku zmiany roboczej) oraz z każdej serii po 3 próbki do badań wytrzymałościowych na ścinanie

Badania wytrzymałościowe i metalograficzne należy przeprowadzać wg 3 5 2

3 5 Kształt i wymiary próbek oraz sposób wykonywania prób

3 5 1 Próbki do próby technologicznej zgrzewania zaleca się wykonywać zgodnie z rys 3, z uwzględnieniem wymiarów podanych w mm w tabl 4



Rys 3 Kształt i wymiary próbki technologicznej zgrzewania punktowego $l = 8 \times$ podziałka zgrzein (podziałka zgrzein powinna odpowiadać stosowanej w próbach towarzyszących kontroli zgrzewania lub w zespołach zgrzewanych) liniowego $l_{min} = 100$ mm

Wyniki sprawdzenia i badań należy uznać za dodatnie jeżeli

— wykonane zgrzeiny są zgodne z wymaganiami wg 2 4 i 2 6 2,

— najmniejsza wartość siły niszczącej nie jest mniejsza od podanej w tabl 2,

— średnia arytmetyczna z trzech sił niszczących nie jest mniejsza od podanej w tabl 2 wartości średniej z 95 próbek,

— różnica pomiędzy największą i najmniejszą wartością siły niszczącej jest mniejsza niż $^1/_3$ średniej arytmetycznej z trzech uzyskanych wyników próby ścinania

W przypadku negatywnego wyniku próby należy przerwać proces zgrzewania i skorygować parametry procesu zgrzewania w granicach wg 2 6 2

Dodatnie wyniki próby należy wpisać do rejestru wyników okresowego sprawdzenia parametrów zgrzewania

Zalecany wzór rejestru — wg załącznika 3

3 4 3 Okresowe sprawdzenie parametrów zgrzewania liniowego Dla złączy zakładkowych z blach należy wykonać złącza próbne według zasad określonych w 3 3 3

W przypadku łączenia trzech lub czterech elementów dopuszcza się wykonywanie jednej serii próbek przy zastosowaniu złączy wg rys 7a) lub 7b) Z kompletu złączy próbnych należy wyciąć 1 próbkę do badań metalograficznych przekroju poprzecznego zgrzeiny o numerze I/2, 1 próbkę do badań metalograficznych przekroju wzdłużnego zgrzeiny o numerze I/3 oraz z każdej serii po 1 próbce do badań wytrzymałościowych Sposób wykonania i oceny badań — wg 3 2 3

W przypadku negatywnego wyniku próby należy przerwać proces zgrzewania i skorygować parametry procesu zgrzewania wg 2 6 2

Dodatnie wyniki próby należy wpisać do rejestru wyników okresowego sprawdzenia parametrów zgrzewania

Zalecany wzór rejestru — wg załącznika 3

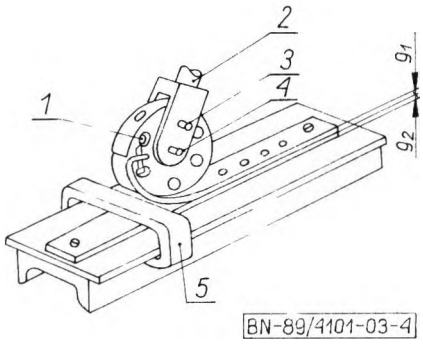
Tablica 4

Grubość cieńszego elementu złącza	b	c		d[1]	f[1]
do 0 8	15	30	50[1]	8	10
0 8 — 1 8	25		55[1]		
2 0 — 3 0					

[1] Dane dotyczą tylko próbek odrywanych w przyrządzie

Próbkę należy poddać wyłuskiwaniu zgrzein przez kolejne odrywanie jej cieńszego zewnętrznego elementu przy jednoczesnym zamocowaniu pozostałego lub pozostałych elementów przyległych w imadle warsztatowym

Zaleca się wykonywanie próby w przyrządzie wg rys 4



Rys 4 Przyrząd do wykonywania próby technologicznej zgrzewania

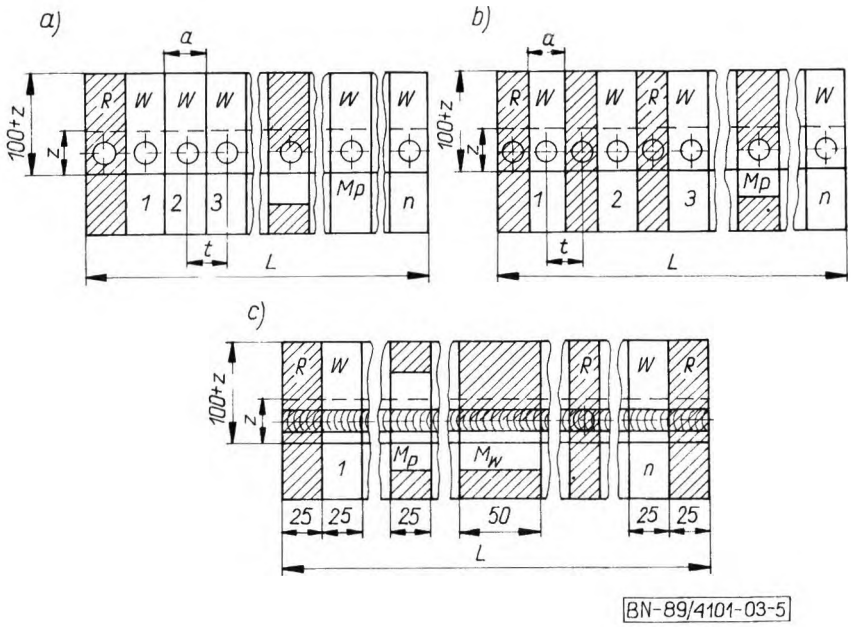
Koniec pojedynczego cieńszego elementu próbki z otworem należy zagiąć w imadle a następnie przymocować pozostałą część płaską próbki obydwoma końcami do płaskownika (z jednego końca śrubą z płaskim łbem przez otwór w próbce, z drugiego — również śrubą lub zaciskiem) Zagięty koniec próbki należy założyć w szczelinę krążka i zakołkować sworzniem *1*, a następnie widełki *2* zakołkować sworzniem *3* przez otwór w krążku Po zamontowaniu próbki wyłuskiwanie zgrzein

należy przeprowadzać przez połobrót rękojeści widełek *2* (przesuwając jednocześnie jarzmo *5* — przytrzymując dodatkowo zamocowaną do płaskownika część próbki) co spowoduje odrywanie zgrzein oraz nawijanie elementu odrywanego próbki na krążek. Po wyczerpaniu możliwości ruchu widełek należy zmienić położenie sworznia *3* mocując go w otworze krążka *4*.

3.5.2. Złącza próbne i próbki jednostkowe do badań wytrzymałościowych i metalograficznych należy wykonać wg rys. 5 i tabl. 5 i 6.

Tablica 5

Grubość materiału	Szerokość próbek jednostkowych
	a
mm	
0,3 – 0,6	15
0,8 – 1,2	20
1,5 – 2,5	25
3,0	30



Rys. 5. Złącza próbne z blach i sposób wycinania próbek jednostkowych: a) zgrzewanie punktowe gdy $t \geqslant a$, b) zgrzewanie punktowe gdy $t < a$, c) zgrzewanie liniowe. *1, 2, 3, n* — numery kolejne próbek

W — próbki do badań wytrzymałościowych, M_l — próbki do badań metalograficznych przekroju poprzecznego zgrzeiny, *M* — próbki do badań metalograficznych przekroju wzdłużnego zgrzeiny, *R* — fragmenty złącza próbnego podlegające odrzuceniu po wycięciu próbek (zgrzeiny punktowe pierwsze sczepne i będące poza szerokością próbek, zgrzeiny liniowe odcinki skrajne i sczepne)

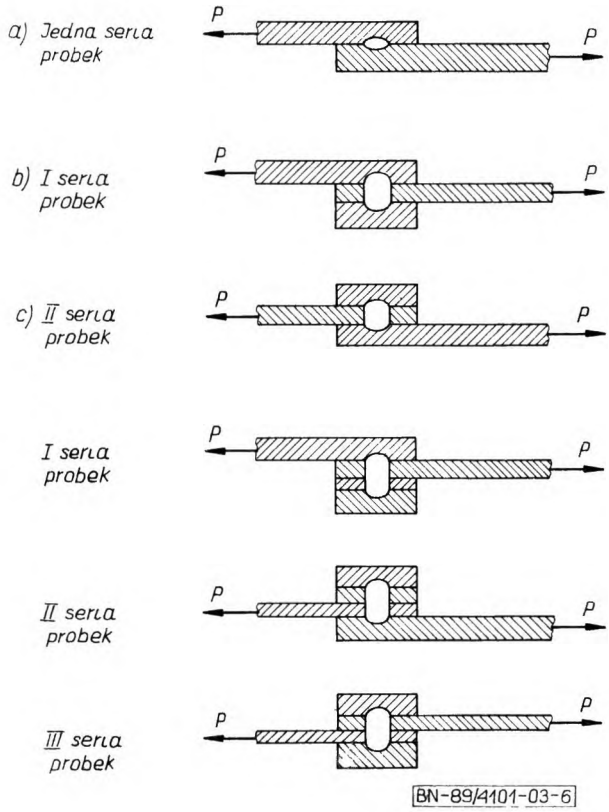
Tablica 6

Rodzaj próby	Wielkości stosowane w złączu próbnym			
	podziałka *t*	zakładka *z*	długość złącza *L*	
			zgrzewanie punktowe	zgrzewanie liniowe
	mm			
Kwalifikacyjna zgrzewników	*a*	*a*	$(100t + \Sigma R)$[1]	min $600 + \Sigma R$
Kontrolna parametrów zgrzewania	jak przy zgrzewaniu części	*a*	$(25a + \Sigma R)$[1]	min 500 dla elektrod kłowych, min 4 krotna średnica większej elektrody — dla elektrod krążkowych
Okresowe sprawdzanie parametrów zgrzewania	jak przy zgrzewaniu części		$3a + \Sigma R$ oraz $5a + \Sigma R$ (tylko dla złączy I klasy na początku zmiany roboczej)	min 100

ΣR — suma obszarów podlegających odrzuceniu

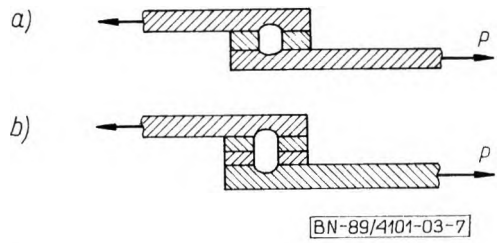
[1] Długość poszczególnych złączy próbnych nie powinna zawierać mniej niż 10 próbek jednostkowych i nie przekraczać 1000 mm

Badania wytrzymałości należy przeprowadzać dla każdej płaszczyzny ścinania zgrzeiny, tj dla 2 łączonych części należy wykonać 1 serię próbek, dla 3 części — 2 serie próbek, a dla 4 części — 3 serie próbek Rodzaje złączy próbnych i sposoby rozciągania próbek wytrzymałościowych w zależności od ilości łączonych elementów podano na rys 6



Rys 6 Rodzaje złączy próbnych i sposoby rozciągania próbek wytrzymałościowych a) przy łączeniu 2 części b) przy łączeniu 3 części c) przy łączeniu 4 części *P* — siła rozciągająca

Dopuszcza się, w przypadku proby okresowego sprawdzania parametrów procesu zgrzewania, wykonanie jednej serii próbek wraz z przyjęciem, stosownie do liczby łączonych elementów, rodzajów złączy wg rys 7



Rys 7 Dopuszczalne rodzaje złączy próbnych i sposoby rozciągania próbek wytrzymałościowych przy okresowym sprawdzaniu parametrów procesu zgrzewania a) złączy 3 części b) złączy 4 części *P* — siła rozciągająca

Próbki wytrzymałościowe po wykonaniu należy poddać probie ścinania zgrzein punktowych wg PN-74/M-69782 lub ścinania zgrzein liniowych wg PN-76/M-69783 oraz ocenie wytrzymałości zgrzein na ścinanie — wg 2 4 Ocenę tę należy odnosić do elementu słabszego (cienszego lub o niższej wytrzymałości na rozciąganie)

— w przypadku stosowania złączy wg rys 6, należącego do każdej pary elementów przyległych,

— w przypadku stosowania złączy wg rys 7, należącego do par elementów przyległych zawierających element zewnętrzny z tym, że o wytrzymałości złącza decyduje para, dla której wymagana jest wyższa wytrzymałość zgrzeiny na ścinanie

Próbki metalograficzne po wycięciu, wypolerowaniu i wytrawieniu zgładów przechodzących przez środek zgrzeiny należy poddać ocenie wymiarów zgrzein i ewentualnych wad pod mikroskopem przy powiększeniu 10 — 40 razy

4 WYTYCZNE ODBIORU ZŁĄCZY ZGRZEWANYCH

4 1 Wytyczne ogólne Złącza zgrzewane klasy I należy odbierać na podstawie wyników okresowego sprawdzenia parametrów zgrzewania (3 4), oględzin zewnętrznych (4 2), kontroli rentgenowskiej (4 3) i badań dodatkowych (4 4)

Złącza zgrzewane klasy II należy odbierać na podstawie wyników okresowego sprawdzenia parametrów zgrzewania (3 4), oględzin zewnętrznych (4 2) oraz wyrywkowo o charakterze sondażowym na podstawie kontroli rentgenowskiej (4 3) i badań dodatkowych (4 4)

Złącza zgrzewane klasy III należy odbierać na podstawie wyników okresowego sprawdzenia parametrów zgrzewania (3 4) i oględzin zewnętrznych

4 2 Oględziny zewnętrzne Oględzinom poddaje się 100% wykonanych złączy zgrzewanych, z tym że dla kontroli wymagającej stosowania pomiarów (głębokość odcisków elektrod, zgodność z rysunkiem) dopuszcza się stosowanie sprawdzenia wyrywkowego

Należy sprawdzić wielkość podziałki szwów, rozmieszczenie zgrzein w szwie oraz jakość otrzymanych zgrzein na zgodność z 2 4 i 2 6 2

Dopuszcza się użycie lupy o powiększeniu 5-krotnym

Dopuszczalne wady złączy zgrzewanych — wg tabl 7

4 3 Kontrola rentgenowska Liczba badanych zgrzein punktowych lub długość szwów zgrzein liniowych powinna wynosić nie mniej niż 10% z każdego złącza

Kontrola powinna być przeprowadzona zgodnie z obowiązującymi instrukcjami dla stopów aluminiowych

W przypadku stwierdzenia porów i pęknięć w zgrzeinach większych niż dopuszczalne wg 2 4, kontroli należy poddać 100% zgrzein wraz z oceną wg tabl 8

4 4 Badania dodatkowe Dopuszcza się w przypadkach uzasadnionych badania szczelności lub badania niszczące wybranych złączy

Rodzaje prób i próbek oraz ilość badanych części powinny być dodatkowo określone w warunkach technicznych produkowanego wyrobu

Tablica 7

Rodzaje wad	Dopuszczalna liczba wadliwych zgrzein punktowych lub długosc wadliwych zgrzein liniowych na całej długosci złącza %		
	w klasie I	w klasie II	w klasie III
Pęknięcia na powierzchni zgrzein	0	0	0
Wzery lub pęcherze na powierzchni zgrzein 0 5 mm <∅ < 1 mm	0	0	5
∅ ⩽ 0 5 mm	1	1	10
Lekkie nadtopienie powierzchni zgrzein	0	0	10
Wtrącenia metalu elektrody	2	2	10
Nieregularne wgnioty złącza	0	5	10
Głębokosci wgniotow (rys 2) większe od dopuszczalnych ale nie większe niz 0 25g_g lub 0 25g_d	0	0	10
Wadliwe rozmieszczenie zgrzein większe od dopuszczalnego ale mniejsze od podwojnej wielkosci tolerancji	2	5	10
Łącznie występujące wady	5	5	10

Tablica 8

Rodzaje dopuszczalnych wad	Dopuszczalna liczba wadliwych zgrzein punktowych lub sumaryczna długosc wadliwych odcinkow zgrzein liniowych %	
	w klasie I	w klasie II
Wypryski jamy usadowe w jądrze zgrzeiny	3	6
Pęknięcia w jądrze zgrzeiny w odległosci 15% od granicy zgrzeiny nie większe niz 50% srednicy lub szerokosci zgrzeiny	6	12
Łączna liczba wad	5	10
W zgrzeinach liniowych wady nie powinny byc skupione Odległosc między poszczegolnymi wadami powinna byc większa niz trzykrotna wielkość większej wady sąsiadującej		

5 POPRAWIENIE ZGRZEIN

Dopuszcza się poprawienie zgrzein wadliwych, nie spełniających wamagan niniejszej normy, wg następujących zasad

— zgrzeiny z brakiem wtopienia oraz zgrzeiny niewłasciwie umieszczone nalezy poprawiac przez powtorne zgrzewanie,

— nadmierne wypryski płynnego metalu w zgrzeinach oraz slady miedzi na powierzchni odcisku elektrod nalezy usunąc za pomocą szczotkowania,

— zgrzeiny z pęknięciami, wzerami i zbyt głębokimi odciskami elektrod nalezy poprawiac przez wywiercenie i zanitowanie

Poprawienie zgrzein wadliwych nalezy wykonac według obowiązującej technologii W przypadku niewłasciwie rozmieszczonych zgrzein lub zastąpienia zgrzein nitami mozliwosc i zakres naprawy nalezy uzgodnic z konstruktorem

K O N I E C

Załączniki 3
Informacje dodatkowe

ZAŁĄCZNIK 1

ZALECANY WZOR PROTOKÓŁU PROBY KWALIFIKACYJNEJ ZGRZEWARKI

Nazwa zakładu		Zgrzewarka typ nr	Protokół nr
Materiał (gatunek)	grubość mm	maksymalna +	minimalna +
	rezystancja $\mu\Omega$		
Położenie wysięgnika (rozstaw × wysięg) mm			
Elektrody (nr rysunku)	górna	R = mm	R = mm
	dolna	R = mm	R = mm
Parametry procesu zgrzewania wg wskaźników zgrzewarki[1]			
Wyniki proby			
Ocena wizualna			

Badania metalograficzne	nr próbki	d b[2]	h	H	A	nr próbki	d b[2]	h	H	A
		mm		%			mm		%	
	wady makroskopowe					wady makroskopowe				

Badania wytrzymałościowe	Wyniki P daN																			
	Ocena	P_{min} daN									P_{min} daN									
		P_{st} daN									P_{st} daN									
		% wyników w granicach									% wyników w granicach									
		(0,80 – 1,20) P_{st}									(0,80 – 1,20) P_{st}									
		(0,90 – 1,10) P_{st}									(0,90 – 1,10) P_{st}									

Ogólny wynik proby		
Ustawiacz data podpis	Laboratorium data podpis	Kontrola data podpis

[1] Zaleca się dodatkowo określać docisk elektrod w daN natężenie prądu w kA i prędkość zgrzewania w m/min

[2] b — szerokość zgrzeiny liniowej

ZAŁĄCZNIK 2

ZALECANY WZÓR PROTOKÓŁU PRÓBY KONTROLNEJ PARAMETRÓW ZGRZEWANIA

Nazwa zakładu	KARTA PARAMETROW ZGRZEWANIA nr	Materiał			Podziałka szwu mm
		gatunek	grubosc mm	rezystancja $\mu\Omega$	

Zgrzewarka	Elektrody — nr rysunku	d lub S mm	Ramiona	
			nr wyposazenia	rozstaw × wysięg mm
typ	gorna			
nr	dolna			

Zespoły zgrzewane					
nr rysunku	nr operacji	nr złącza	nr rysunku	nr operacji	nr złącza

Parametry procesu zgrzewania wg wskaznikow zgrzewarki[1)]

Wyniki proby

Ocena wizualna	Badania metalograficzne	nr próbki	d_z lub b[2)]	h	H	A	wady makroskopowe
			mm		%		

Badania wytrzymałosciowe lub proba technologiczna		Złącze	+	mm	Złącze	+	mm	Złącze	+	mm
	wyniki P daN lub d_z b mm									
	ocena	P_{min} daN								
		P_{sr} daN								
		% wynikow w granicach								
		(0 80 — 1 20) $P_{śr}$								
		(0 90 — 1 10) P_{sr}								
		Srednie d_z lub b mm								
		Rozrzut d lub b %								

Ustawiacz	Laboratorium	Kontrola
data podpis	data podpis	data podpis

[1)] Zaleca się dodatkowo okreslac docisk elektrod w daN natężenie prądu w kA i prędkosc zgrzewania w m/min
[2)] b — szerokosc zgrzeiny liniowej

ZAŁĄCZNIK 3

ZALECANY WZOR REJESTRU WYNIKOW OKRESOWEGO SPRAWDZENIA PARAMETROW ZGRZEWANIA

Data	Godzina	Nr rysunku zespołu	Parametry zgrzewania	Nr przewodnika warsztatowego	Liczba sztuk	Wyniki prob					Podpis	
						wytrzymałościowej lub technologicznej	metalograficznej				zgrzewacz	laboratorium
						P daN lub d $b^{1)}$ mm	H	A	d lub $b^{1)}$	h		
							%		mm			

[1] b — szerokość zgrzeiny liniowej

INFORMACJE DODATKOWE

1 Instytucja opracowująca normę — Instytut Lotnictwa Warszawa

2 Istotne zmiany w stosunku do BN-82/4101-03

a) zmieniono

— promień powierzchni roboczej elektrody kłowej dla grubości zgrzewanego elementu złącza 2 5 zamiast 250 podano 200

— kształt i wymiary zgrzein na rys 2

— wielkości miejscowych luzów między złożonymi częściami podano w nowej tabl 3

— wymagania w zakresie procesu zgrzewania

— wymagania w zakresie proby technologicznej

— wymagania dla probek wytrzymałościowych

— wartości głębokości wgniotów

— wymagania w zakresie dopuszczalnych wad zewnętrznych zgrzein

— wzor protokołu proby kwalifikacyjnej zgrzewarki

— wzor protokołu proby kontrolnej parametrow zgrzewania

— wzor rejestru wynikow okresowego sprawdzenia parametrow zgrzewania

b) wprowadzono wymagania dotyczące kwalifikacji zgrzewacza

3 Normy związane

PN 75/M 69122 Spawalnictwo Elektrody kłowe proste z zewnętrznym chwytem stozkowym do zgrzewarek oporowych punktowych

PN 75/M 69123 Spawalnictwo Elektrody krązkowe do zgrzewarek oporowych liniowych Połwyroby

PN 74/M 69782 Spawalnictwo Proba statyczna scinania zgrzein punktowych

PN 76/M 69783 Spawalnictwo Proba statyczna scinania i rozciągania zgrzein liniowych

BN 89/4101 05 Zgrzewanie oporowe konstrukcji lotniczych Wytyczne projektowania i obliczania złączy zgrzewanych punktowo i liniowo

4 Normy zagraniczne

Francja AIR 3383 Conditions de controle des fabrications soudess par resistance par points ou a la molette

USA MIL W 6858 Welding aluminium magnesium non hardeninh steels or alloys and titanium spot seam and stitch

5 Autor projektu normy — inz Jozef Wisniewski — Instytut Lotnictwa Warszawa