wycof 15 12 95
N 1/96 7429

ob PN-L-01424 1995

UKD 621 791 053 92/94 629 7

SPAWALNICTWO	NORMA BRANŻOWA **Zgrzewanie oporowe konstrukcji lotniczych** **Wytyczne wykonywania i kontroli złączy zgrzewanych punktowo i liniowo ze stali oraz stopów żaroodpornych**	**BN-86** **4101-04** Zamiast BN-70/4101-04 Grupa katalogowa 0305

1 WSTĘP

1 1 Przedmiot normy Przedmiotem normy są wytyczne wykonywania i kontroli złączy powstałych przez zgrzewanie oporowe elementow konstrukcji lotniczych ze stali niskowęglowych, niskostopowych, nierdzewnych i zaroodpornych oraz stopow zaroodpornych

1 2 Zakres stosowania normy Normę nalezy stosowac w przypadku złączy klasy I i II wg BN-70/4101-05 zgrzewanych punktowo lub liniowo, elementow o minimalnej grubosci 0,5 mm oraz sumarycznej grubosci nie przekraczającej 6 mm — przy zgrzewaniu punktowym, 4 mm — przy zgrzewaniu liniowym

1 3 Określenia — wg PN-81/M-69003

2 WYTYCZNE WYKONYWANIA ZŁĄCZY ZGRZEWANYCH

2 1 Zgrzewarka Zgrzewanie nalezy wykonywac na zgrzewarkach dostosowanych do rodzaju i grubosci zgrzewanych elementow Zgrzewarki powinny byc wyposazone w urządzenia regulacyjne zapewniające stałosc i powtarzalnosc ustalonych parametrow procesu zgrzewania (natężenie prądu czas, prędkosc zgrzewania liniowego, docisk elektrod) oraz dodatkowe urządzenia kontrolno-pomiarowe umozliwiające okresowe sprawdzanie tych parametrow z okresleniem ich wartosci rzeczywistych (docisk w N, natężenie prądu w A)

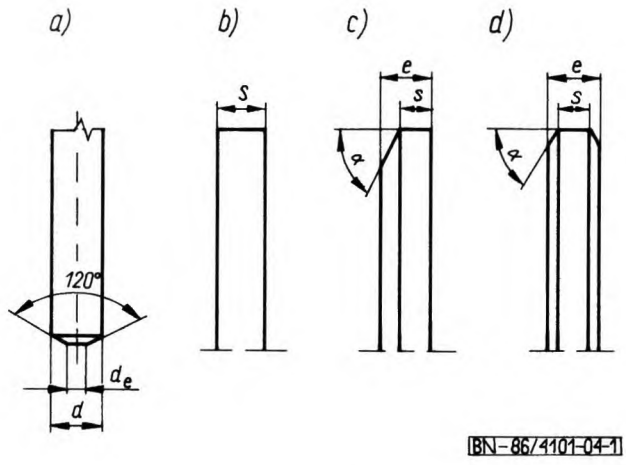
Instalacja zgrzewarki powinna byc wyposazona w przyrządy sygnalizujące odchyłki napięcia zasilania, dopuszczalne w granicach ±5% napięcia nominalnego lub w szerszych granicach pod warunkiem istnienia w zgrzewarce układu kompensacyjnego

Zgrzewarki przewidziane do zgrzewania złączy klasy I powinny spełniac ponadto wymagania proby kwalifikacyjnej wg 3 2

2 2 Elektrody W zaleznosci od kształtu zgrzewanych częsci nalezy stosowac elektrody kłowe proste lub kształtowe (przy zgrzewaniu punktowym) i krązkowe (przy zgrzewaniu liniowym)

Głowne wymiary elektrod prostych i własnosci stopow miedzi do wykonania elektrod — wg PN-75/M-69122 Głowne wymiary połwyrobow elektrod krązkowych i własnosci stopow miedzi stosowanych do ich wykonania — wg PN-75/M-69123

Zalecane wymiary częsci roboczej d_e elektrod kłowych lub S elektrod krązkowych wg rys 1 i tabl 1



Rys 1 Kształt części roboczej elektrod a) kłowych prostych oraz krązkowych b) płaskich (niezalecane) c) trapezowych jednostronnych d) trapezowych dwustronnych

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa dnia 11 czerwca 1986 r
jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1987 r
(Dz Norm i Miar nr 12/1986, poz 23)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE ALFA 1987 Druk Wyd Norm W wa Ark wyd 1 60 Nakł 5300 + 40 Zam 3118/86 Cena zł 54 00

Tablica 1

Zakres wielkości		od	do	powyżej	do	powyżej	do	powyżej	do
		mm							
Grubość części zgrzewanych		0 5	0 8	0 8	1 5	1 5	2 5	2 5	3
Wymiary części roboczej elektrod[1]	d	d — wg BN 70/4101 05 tabl 2 i 3[2]							
	d co najmniej	10		13		16		20	
	S	wg BN 70/4101 05 tabl 4 i 5							
	e co najmniej	9		12		16		18	

[1] Wymiary części roboczej elektrody górnej i dolnej zaleca się przyjmować w odniesieniu do cieńszego elementu zewnętrznego złącza jeżeli stosunek grubości zewnętrznych elementów złącza nie przekracza 1 5 natomiast jeżeli jest on wyższy wymiary te powinny być przyjmowane dla każdej z elektrod w odniesieniu do grubości stykających się z nią elementów zgrzewanych

[2] Dolny wymiar graniczny d_e nie powinien być mniejszy niż 1 25 dolnego wymiaru granicznego d_z

2 3 Parametry technologiczne procesu zgrzewania dla danego rodzaju materiału i grubości zgrzewanych elementów 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 elementów o różnych grubościach, parametry należy ustalić jak dla elementów o mniejszej grubości, z zastosowaniem odpowiedniej korekty po wstępnych próbach

Przy ustalaniu parametrów technologicznych dla złączy klasy I 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 elementów dopuszcza się całkowite przetopienie elementów pośrednich

Średnica zgrzein punktowych d_z — wg BN-70/4101-05

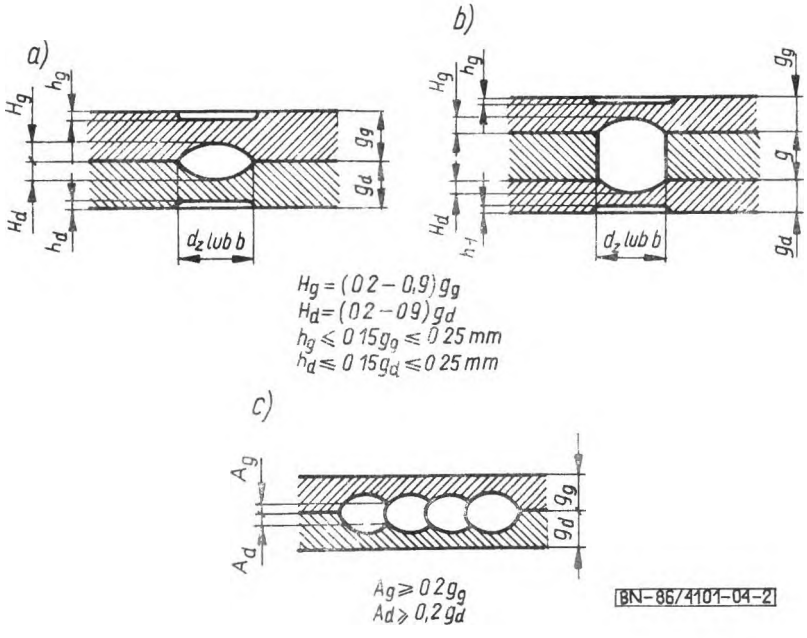
Szerokość zgrzein liniowych b nie powinna być mniejsza niż 0 8 szerokości powierzchni roboczej elektrod krążkowych S

Średnica d_z i szerokość b powinny być przyjmowane w odniesieniu do mniejszej grubości zewnętrznej części złącza oraz nie powinny wykazywać odchyłek większych niż ±10% w stosunku do ich średnich wartości

Wgnioty złącza powinny być równomierne (w szwach punktowych o kształcie kołowym w szwach liniowych o jednakowej szerokości i równomiernie rozłożonej łusce), czyste, bez pęknięć powierzchniowych przepaleń i wtrąceń metalu elektrod

Wytrzymałość zgrzeiny liniowej nie powinna być mniejsza niż 0,90 wytrzymałości na rozciąganie zgrzewanego materiału w stanie miękkim lub wyżarzonym

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



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

Tablica 2

Wytrzymałość stali lub stopu[1]	$R_m \geq 1000$ MPa			$620 \leq R_m < 1000$ MPa			$R_m < 620$ MPa		
Grubość zgrzewanych części mm	Wartość siły ścinającej zgrzeinę punktową N[2]								
	najmniejsza	średnia		najmniejsza	średnia		najmniejsza	średnia	
		20 probek	95 probek		20 probek	95 probek		20 probek	95 probek
0 5	2413	2985	2800	1724	2132	2000	1207	1500	1400
0 6	2943	3649	3414	2207	2747	2551	1668	2090	1933
0 8	4562	5641	5297	3384	4218	3924	2453	3041	2845
1	6377	7848	7358	4660	5788	5396	3532	4365	4091
1 2	8533	10553	9900	6292	7781	7300	4844	5990	5620
1 5	12164	15107	14126	8535	10693	9908	7063	8731	8191
2	19130	23740	22171	12998	16137	15058	10545	13047	12263
2 5	25016	33943	29038	17462	21582	20209	14225	17658	16530
3	29921	37082	34727	21288	26389	24917	18050	22367	20944

[1] Zakresy wytrzymałości dotyczą stanu materiału przed zgrzewaniem

[2] Wartości sił ścinających podano dla zgrzein punktowych przy zgrzewaniu elementów o jednakowej grubości W przypadku złączy wykonywanych z elementów o różnej grubości lub wytrzymałości wartości sił ścinających należy przyjmować dla elementów o mniejszej grubości lub wytrzymałości

Dopuszcza się wewnętrzne wady zgrzein punktowych i liniowych (jamy usadowe pęcherze pęknięcia) 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 Przygotowanie części do zgrzewania

2 5 1 Powierzchnia elementów przeznaczonych do zgrzewania, w miejscu przewidywanego szwu zgrzewanego, powinna być obustronnie oczyszczona z farb, smarów i innych zanieczyszczeń Elementy wykonane z materiałów walcowanych na zimno należy oczyścić do metalicznego połysku (na szerokość zakładki) przy użyciu rotacyjnej szczotki drucianej lub tarczy ściernej Elementy wykonane z materiałów walcowanych na gorąco lub elementy po obróbce cieplnej należy oczyścić ze zgorzeliny za pomocą piaskowania lub śrutowania

Po wykonaniu piaskowania lub śrutowania należy usunąć pozostałości zanieczyszczeń za pomocą suchego sprężonego powietrza

Dopuszcza się stosowanie obróbki chemicznej — odtłuszczanie i trawienie — oraz zabezpieczanie antykorozyjne przed zgrzewaniem — wg obowiązujących instrukcji technologicznych

Chropowatość powierzchni elementów (w miejscu przewidywanego szwu wykonanych obróbką skrawaniem powinna wynosić $R_a \leq 10$ μm

2 5 2 Składanie elementów do zgrzewania powinno odbywać się w przyrządach lub uchwytach zapewniających zgodność wzajemnego położenia elementów z rysunkiem konstrukcyjnym Elementy powinny dokładnie przylegać do siebie Miejscowe luzy pomiędzy złożonymi elementami w miejscu przewidywanego szwu zgrzewanego nie powinny być większe od podanych w tabl 3

Tablica 3

Rodzaj materiału	Grubości elementów zgrzewanych	Wielkość luzu	
		zgrzewanie punktowe	zgrzewanie liniowe
	mm		
Stale węglowe i niskostopowe	do 0 8	0 7	0 2
	powyżej 0 8	0 5	0 2
Stale nierdzewne stale i stopy żaro odporne	do 0 8	0 5	0 2
	powyżej 0 8	0 3	0 2

2 5 3 Sczepianie elementów za pomocą zgrzein sczepnych należy wykonać po sprawdzeniu prawidłowości złożenia Zgrzeiny sczepne należy wykonać w linii szwu zgrzewanego przy wartościach parametrów zgrzewania ustalonych dla danego zestawu grubości elementów Liczba zgrzein sczepnych oraz kolejność ich wykonania powinny być podane w instrukcji technologicznej

Sczepianie elementów przeznaczonych do zgrzewania liniowego należy wykonywać na zgrzewarkach punktowych

2 6 Zgrzewanie elementów

2 6 1 Kwalifikacje zgrzewacza Zgrzewanie konstrukcji lotniczych powinni wykonywać zgrzewacze mający odpowiednie wymagane instrukcją technologiczną kwalifikacje w dziedzinie zgrzewania oporowego materiałów wg 1 1

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

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% lecz nie większe niż ±3 mm a w kierunku poprzecznym od linii szwu — w granicach ±1 5 mm

Dopuszcza się odchyłki zgrzeiny liniowej od linii szwu w granicach ±1,0 mm

Zgrzeiny sczepne powinny byc pokryte przez zgrzeinę ciągłą Dopuszcza się wystawanie zgrzein sczepnych poza linię zgrzeiny liniowej lecz nie więcej niz $^1/_3$ srednicy zgrzeiny sczepnej

Przy wykonywaniu zgrzein obwodowych w elementach cylindrycznych zgrzeina liniowa powinna nakładac się na odcinku nie krotszym niz 15 mm

3 WYTYCZNE KONTROLI PROCESU ZGRZEWANIA

3 1 Proba technologiczna Probę nalezy wykonac jako wstępną i poprzedzającą kazdorazowo dobor parametrow procesu zgrzewania i wykonania badan wytrzymałosciowych lub metalograficznych Probkę nalezy wykonac z tego samego materiału tej samej grubosci oczyszczonego zgodnie z 2 5 1 w sposob przewidziany dla elementow zgrzewanych lub złączy przeznaczonych do odpowiednich prob i badan

Proba polega na wykonaniu nakładkowych złączy zgrzewanych i odrywaniu zgrzein — wg BN-82/4101-03 p 3 5 1 Probie nalezy poddac nie mniej niz 8 zgrzein punktowych i odcinek zgrzeiny ciągłej o długosci nie mniejszej niz 100 mm

Wynik proby nalezy uznac za pozytywny jezeli wgnioty złączy oraz srednice wyrwanych zgrzein punktowych lub szerokosc wyrwanej zgrzeiny liniowej spełniają wymagania wg 2 4

3 2 Proby kwalifikacyjne zgrzewarek

3 2 1 Wymagania ogolne Probę nalezy wykonac przed dopuszczeniem zgrzewarki punktowej lub liniowej do zgrzewania złączy klasy I oraz po kazdym remoncie głownym zgrzewarki

Elementy złączy probnych nalezy wykonac z blach oczyszczonych zgodnie z 2 5 1 w sposob przewidziany dla elementow zgrzewanych

Zgrzewanie złączy probnych nalezy wykonac przy niezmiennych parametrach zgrzewania stosując maksymalny i zstaw i wysięg ramion zgrzewarki do maksymalnych grubosci probek a minimalny rozstaw i wysięg do minimalnych grubosci

3 2 2 Proba kwalifikacyjna zgrzewarki punktowej polega na wykonaniu złączy probnych z blach o grubosci minimalnej i maksymalnej przewidzianych do zgrzewania na danej zgrzewarce

Kształt i wymiary złącza probnego i probek jednostkowych przedstawiono na rys 3 a) i 4a) oraz tabl 4 i 5

Złącza probne powinny byc poddane oględzinom zewnętrznym na zgodnosc z 2 4 i 2 6 2

Ze złącza probnego kazdej grubosci nalezy wyciąc 100 probek jednostkowych ponumerowanych w kolejnosci zgrzewania Probki oznaczone numerami 20, 41 60 81 i 100 nalezy poddac badaniom metalograficznym, a pozostałe badaniom wytrzymałosciowym na scinanie wg 3 5 2

Wyniki proby nalezy uznac za dodatnie, jezeli

— badane złącza spełniają wymagania wg 2 4 i 2 6 2,

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

— rozrzut wartosci siły niszczącej miesci się w granicach od 0,80 do 1,20 sredniej arytmetycznej a 90% otrzymanych wynikow miesci się w granicach 0,90 — 1 10 sredniej arytmetycznej wartosci siły

Uzyskane wyniki badan i prob nalezy wpisac do protokołu proby Zalecany wzor protokołu proby kwalifikacyjnej podano w załączniku 1

3 2 3 Proba kwalifikacyjna zgrzewarki liniowej polega na wykonaniu złączy probnych z blach o grubosci minimalnej i maksymalnej przewidzianych do zgrzewania na danej zgrzewarce

Kształt i wymiary złącza probnego i probek jednostkowych przedstawiono na rys 3 c) i 4 a) oraz tabl 4 i 5

Złącza probne powinny byc poddane oględzinom zewnętrznym na zgodnosc z 2 4 i 2 6 2

Ze złącza probnego kazdej grubosci nalezy wyciąc 24 probki jednostkowe ponumerowane w kolejnosci zgodnej z kierunkiem zgrzewania Probki oznaczone numerami 5 10 i 20 nalezy poddac badaniom metalograficznym przekroju poprzecznego zgrzeiny numer 15 — badaniu przekroju wzdłuznego zgrzeiny, a pozostałe badaniom wytrzymałosciowym na scinanie wg 3 5 2

Wyniki proby nalezy uznac za dodatnie jezeli

— 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 badan i prob nalezy wpisac do protokołu proby Zalecany wzor protokołu proby kwalifikacyjnej podano w załączniku 1

3 3 Proba kontrolna parametrow zgrzewania

3 3 1 Wymagania ogolne Probę nalezy wykonac przy ustalaniu parametrow technologicznych złączy klasy I

Elementy złączy probnych nalezy wykonac z tego samego materiału i półfabrykatow tej samej grubosci co elementy zgrzewane oraz oczyscic zgodnie z 2 5 1 w sposob przewidziany dla elementow zgrzewanych Złącza probne powinny odpowiadac kształtem złączom przewidzianym do zgrzewania

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

3 3 2 Proba kontrolna parametrow zgrzewania punktowego Dla złączy zakładkowych z blach nalezy wykonac złącze probne, ktorego kształt i wymiary oraz kształt i wymiary probek jednostkowych przedstawiono na rys 3 a) lub 3 b) i rys 4 oraz tabl 4 i 5

W przypadku łączenia dwoch elementow nalezy wykonac złącze wg rys 4 a), stanowiące jedną serię probek jednostkowych, natomiast w przypadku łączenia trzech lub czterech elementow, nalezy uwzględnic wykonanie odpowiednich rodzajow złączy, stanowiących kolejne serie probek wg rys 4 b) lub 4 c) Dla złączy zgrzein

punktowych należy wykonać zamiast złącza probnego, bezpośrednio próbki jednostkowe

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

Z kompletu złączy próbnych należy wyciąć 5 próbek do badań metalograficznych o numerach I/5, I/10 I/20 i I/25 oraz z każdej serii po 20 próbek do badań wytrzymałościowych na ścinanie Badania wytrzymałościowe i metalograficzne należy przeprowadzić wg 3 5 2

Wyniki sprawdzania i badań należy uznać za dodatnie jeżeli

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

— najmniejsza wartość i średnia arytmetyczna wartość siły niszczącej z badanych 20 próbek nie jest mniejsza od wartości podanych w tabl 2

— rozrzut wartości siły niszczącej mieści się w granicach 0,80 do 1 20 wartości średniej arytmetycznej, a 90% otrzymanych wyników mieści się w granicach 0 90 — 1,10 średniej arytmetycznej wartości siły

W przypadku negatywnego wyniku proby należy skorygować parametry zgrzewania i probę powtórzyć Pozytywne wyniki badań i prób należy wpisać do protokołu proby ktorego zalecany wzor podano w załączniku 2

3 3 3 Proba kontrolna parametrów zgrzewania liniowego Dla złączy zakładkowych z blach należy wykonać złącza probne, ktorego kształt i wymiary oraz kształt i wymiary probek jednostkowych przedstawiono na rys 3 c) i rys 4 oraz tabl 4 i 5

W przypadku łączenia dwoch elementow należy wykonywać rodzaj złącza wg rys 4 a) stanowiący jedną serię probek jednostkowych, natomiast w przypadku łączenia trzech lub czterech elementow należy uwzględnić wykonanie odpowiednich rodzajow złączy, stanowiących kolejne serie probek wg rys 4 b) lub 4 c)

Zgrzeiny powinny być poddane oględzinom zewnętrznym oraz w złączach klasy I dodatkowo kontroli rentgenograficznej na zgodność z 2 4 i 2 6 2, a probki jednostkowe powinny być oznaczone numerem serii (cyfra rzymska) i numerem wynikającym z kierunku i kolejności zgrzewania (cyfra arabska)

Z kompletu złączy probnych należy wyciąć 4 probki do badań metalograficznych przekroju poprzecznego zgrzeiny o numerach I/2 I/5, I/8 i I/11 4 probki do badań metalograficznych przekroju wzdłużnego zgrzeiny o numerach I/3 I/6 I/9 i I/12 oraz z każdej serii po 5 probek do badań wytrzymałościowych na ścinanie

Sposob wykonania i oceny badań wg 3 2 3 W przypadku negatywnego wyniku proby należy skorygować parametry procesu zgrzewania i probę powtórzyć Pozytywne wyniki badań i prób należy wpisać do protokołu proby, ktorego zalecany wzor podano w załączniku 2

3 4 Okresowe sprawdzanie parametrow zgrzewania

3 4 1 Wymagania ogolne Probę należy wykonać

— przed rozpoczęciem i zakończeniem każdej zmiany roboczej,

— po wykonaniu każdych 500 zgrzein lub po 2 h zgrzewania

— po każdej zmianie parametrow zgrzewania,

— po poprawieniu lub wymianie elektrod

Elementy złączy probnych należy wykonać z tego samego materiału i półfabrykatow tej samej grubości co elementy zgrzewane oraz oczyścić zgodnie z 2 5 1 w sposob przewidziany dla elementow zgrzewanych

Złącza probne powinny odpowiadać kształtem złączom zgrzewanym W przypadku gdy kształt złączy zgrzewanych uniemożliwia wykonanie probek wytrzymałościowych dopuszcza się badania te zastąpić badaniami metalograficznymi (makro) probek wykonanych z półfabrykatow lub elementow zgrzewanych wraz z oceną wg 2 4

Łączna liczba zgrzein punktowych lub długość szwu zgrzeiny liniowej powinna odpowiadać wymaganiom wg 3 4 2 i 3 4 3

3 4 2 Okresowe sprawdzenie parametrow zgrzewania punktowego Dla złączy zakładkowych z blach należy wykonać złącza probne wg 3 3 2 W przypadku łączenia trzech lub czterech elementow, dopuszcza się wykonywanie jednej serii probek przy zastosowaniu złączy wg rys 5a) lub 5 b) Z kompletu złączy probnych należy dodatkowo wyciąć 2 probki do badań metalograficznych o numerach I/4 i I/5 (tylko dla złączy klasy I na początku zmiany roboczej) oraz z każdej serii po 3 probki do badań wytrzymałościowych na ścinanie

Badania wytrzymałościowe i metalograficzne należy przeprowadzić wg 3 5 2

Wyniki sprawdzenia i badań należy uznać za dodatnie jeżeli

— wykonane zgrzeiny są zgodne z wymaganiami podanymi w 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 95 probek

— roznica pomiędzy największą i najmniejszą wartością siły niszczącej jest mniejsza od $^1/_3$ średniej arytmetycznej z trzech uzyskanych wynikow proby ścinania

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

Pozytywne wyniki proby należy wpisać do rejestru wynikow okresowego sprawdzenia parametrow zgrzewania, ktorego zalecany wzor podano w załączniku 3

3 4 3 Okresowe sprawdzenie parametrow zgrzewania liniowego Dla złączy zakładkowych z blach należy wykonać złącza probne wg 3 3 3 W przypadku łączenia trzech lub czterech elementow dopuszcza się wykonywanie jednej serii probek przy zastosowaniu złączy wg rys 5 a) lub 5 b) Z kompletu złączy probnych należy wyciąć 1 probkę do badań metalograficznych

przekroju poprzecznego zgrzeiny o numerze I/2, 1 probkę do badan metalograficznych przekroju wzdłuznego zgrzeinv o numerze I/3 oraz z kazdej serii po 1 probce do badan wytrzymałosciowych Sposob wykonania i oceny badan — wg 3 2 3

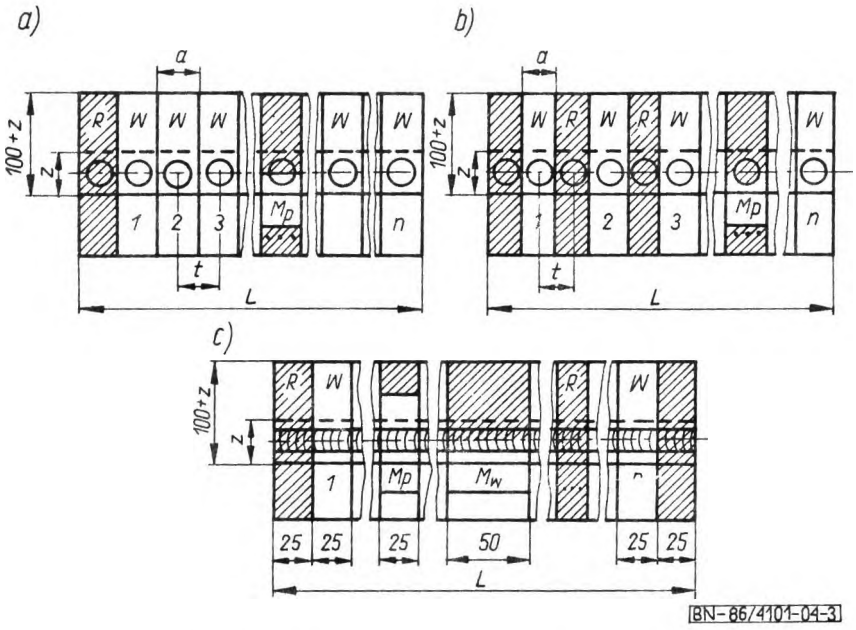
W przypadku negatywnego wyniku proby nalezy przerwac proces zgrzewania i skorygowac parametry technologiczne procesu zgrzewania w granicach podanych w 2 6 2

Pozytywne wyniki proby nalezy wpisac do rejestru wynikow okresowego sprawdzenia parametrow zgrzewania ktorego zalecany wzor podano w załączniku 3

3 5 Kształt i wymiary probek oraz sposob wykonywania prob

3 5 1 Probki do próby technologicznej zgrzewania — wg BN-82/4101-03 p 3 5 1

3 5 2 Złącza probne i probki jednostkowe do badan wytrzymałosciowych i metalograficznych nalezy wykonywac wg rys 3 i tabl 4 i 5



Rys 3 Złącza probne z blach i sposob wycinania probek jednostkowych a) zgrzewanie punktowe gdy $t \geqslant a$ b) zgrzewanie punktowe gdy $t < a$ c) zgrzewanie liniowe 1 2 3 n numery kolejne probek W — probki wytrzymałosciowe M_l — probki metalograficzne przekroju poprzecznego zgrzeiny M — probki metalograficzne przekroju wzdłuznego zgrzeiny R — obszary wykreskowane podlegające odrzuceniu po wycięciu probek (zgrzeiny punktowe pierwsze sczepne i znajdujące się poza szerokoscią probek zgrzeiny liniowe odcinki skrajne i sczepne)

Tablica 4

Grubosc materiału	Szerokosc probek jednostkowych[1]
	a
mm	
0 3 – 0 6	15
0 8 – 1 2	20
1 5 – 2 5	25 (30)
3 0	30 (50)
[1] Wymiary w nawiasach podane są dla materiału o wytrzymałosci $R_m \geqslant 1000$ MPa	

Tablica 5

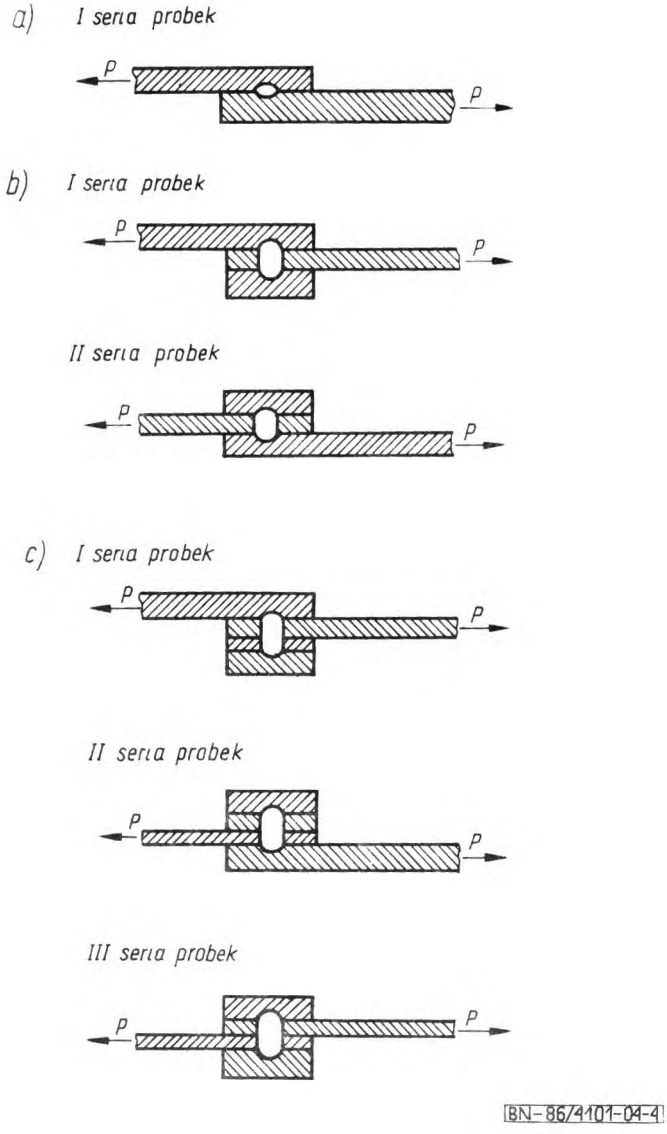
Rodzaj proby	Wielkosci stosowane w złączu probnym			
	podziałka *t*	zakładka *z*	długosc złącza *L*[1]	
			zgrzewanie punktowe	zgrzewanie liniowe co najmniej
	mm			
Kwalifikacyjna zgrzewarek	*a*	*a*	$100a + \Sigma R$ [1]	$600 + \Sigma R$

cd tabl 5

Rodzaj proby	Wielkosci stosowane w złączu probnym			
	podziałka t	zakładka z	długosc złącza L[1]	
			zgrzewanie punktowe	zgrzewanie liniowe co najmniej
	mm			
Kontrola parametrow zgrzewania	jak przy zgrzewaniu elementow	a	$25a + \Sigma R$	500 dla elektrod kłowych 4 krotna srednica większej elektrody — dla elektrod krązkowych
Okresowego sprawdzania parametrow zgrzewania	jak przy zgrzewaniu elementow		$3a + \Sigma R$ oraz $5a + \Sigma R$ (tylko dla złączy I klasy na początku zmiany roboczej)	150

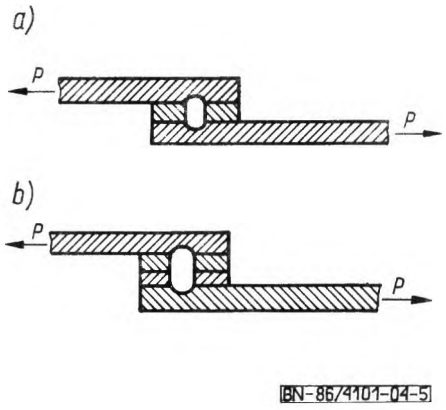
[1] Długosc poszczegolnych złączy probnych nie powinna zawierac mniej niz 10 probek jednostkowych i nie przekraczac 1000 mm
[2] ΣR — suma obszarow podlegających odrzuceniu

Badania wytrzymałosci nalezy przeprowadzac dla kazdej płaszczyzny scinania zgrzeiny W związku z tym dla 2 łączonych elementow nalezy wykonywac 1 serię probek dla 3 elementow — 2 serie probek a dla 4 elementow — 3 serie probek Rodzaje złączy probnych i sposoby rozciągania probek wytrzymałosciowych siłą P w zaleznosci od ilosci łączonych elementow przedstawiono na rys 4



Rys 4 Rodzaje złączy probnych i sposoby rozciągania probek wytrzymałosciowych a) przy łączeniu 2 elementow b) przy łączeniu 3 elementow c) przy łączeniu 4 elementow

Dopuszcza się w przypadku proby okresowego sprawdzania parametrow zgrzewania wykonanie jednej serii wraz z przyjęciem stosownie do liczby łączonych elementow rodzajow złączy wg rys 5



Rys 5 Dopuszczalne rodzaje złączy probnych i sposoby rozciągania probek wytrzymałosciowych przy okresowym sprawdzaniu parametrow zgrzewania a) przy łączeniu 3 elementow b) przy łączeniu 4 elementow

Probki wytrzymałosciowe po wykonaniu nalezy poddac probie scinania wg PN-74/M-69782 dla zgrzein punktowych i wg PN-76/M-69783 dla zgrzein liniowych Wartosc siły scinającej nalezy oceniac w odniesieniu do cienszego elementu lub elementu o nizszej wytrzymałosci przylegającego do płaszczyzny scinania (rys 4) oraz w odniesieniu do elementu zewnętrznego cienszego lub o nizszej wytrzymałosci (rys 5)

Probki metalograficzne po wycięciu wypolerowaniu i wytrawieniu zgładow przechodzących przez srodek zgrzeiny nalezy poddac ocenie wymiarow zgrzein i ewentualnych wad pod mikroskopem przy powiększeniu od 10 do 40 razy

4 WYTYCZNE ODBIORU ZŁĄCZY ZGRZEWANYCH

4 1 Wytyczne ogolne Złącza zgrzewane nalezy odbierac na podstawie wynikow okresowego sprawdzenia parametrow zgrzewania wg 3 4, oględzin zewnętrznych wg 4 2 oraz kontroli rentgenograficznej wg 4 3 (złącza klasy I) i innych badan wg 4 4

4 2 Oględziny zewnętrzne Oględzinom poddaje się 100% wykonanych złączy zgrzewanych z tym ze dla kontroli wymagającej stosowania pomiarow (głębokosc wgniotow złącza zgodnosc z rysunkiem) dopuszcza się stosowanie sprawdzenia wyrywkowego

Nalezy sprawdzac wielkosc podziałki szwow, rozmieszczenie zgrzein w szwie oraz jakosc otrzymanych zgrzein na zgodnosc z 2 4 i 2 6 2 Dopuszcza się uzycie lupy o powiększeniu 5×

Dopuszczalna liczba lub długosc odcinkow zgrzein wadliwych oraz ich zgrupowanie nie powinno byc większe od podanego w tabl 6

Tablica 6

Rodzaj wad	Dopuszczalna liczba wadliwych zgrzein punktowych lub długosc wadliwych zgrzein liniowych na całej długosci złącza i na odcinku kontrolnym					
	w klasie I			w klasie II		
	D %	n	K	D %	n	k
Pęknięcia na powierzchni zgrzein	0	—	—	0	—	—
Wzery lub pęcherze na powierzchni zgrzein 0 5 mm < Ø < 1 mm	0	—	—	5	10	2
Ø ⩽ 0 5 mm	1	20	2	10	10	2
Lekkie nadtopienie powierzchniowe	0	—	—	10	10	2
Wtrącenia metalu elektrody	2	20	2	10	—	—
Nieregularne wgnioty złącza	0	—	—	10	5	2
Głębokosci wgniotow (rys 2) większe od dopuszczalnych ale nie większe niz 0 15g_g lub 0 15G_d i nie większe niz 0 25 mm	0	—	—	10	10	2
Wadliwe rozmieszczenie zgrzein większe od dopuszczalnego ale mniejsze od podwojnej wielkosci tolerancji	1	20	2	10	10	2
Łącznie występujące wady	2	20	3	10	5	2

D % — dopuszczalna całkowita liczba wadliwych zgrzein punktowych odniesiona do całkowitej liczby wykonanych zgrzein lub dopuszczalna całkowita długosc wadliwych zgrzein liniowych odniesiona do całkowitej długosci wykonanych zgrzein

n — liczba kolejnych zgrzein punktowych lub długosc bieżąca zgrzeiny liniowej w cm okreslająca długosc odcinka kontrolnego Odcinek ten powinien byc tak wybrany aby zawierał mozliwie największą liczbę wadliwych zgrzein punktowych lub długosc wadliwych zgrzein liniowych

k — dopuszczalna liczba wadliwych zgrzein punktowych lub dopuszczalna długosc wadliwej zgrzeiny liniowej w cm na odcinku kontrolnym Jezeli długosc złącza jest krotsza od odcinka kontrolnego wartosc k — nie podlega ocenie

— oznacza ze na odcinku kontrolnym wadliwosc zgrzeiny nie ocenia się

4 3 Kontrola rentgenograficzna Kontroli poddaje się zgrzeiny tylko w złączach klasy I oraz wyrywkowo o charakterze sondazowym w złączach klasy II Liczba badanych zgrzein punktowych lub długosc szwow zgrzein liniowych powinna wynosic nie mniej niz 10% z kazdego złącza

Kontrola powinna byc przeprowadzona zgodnie z obowiązującymi instrukcjami technologicznymi

W przypadku stwierdzenia porow i pęknięc w zgrzeinach większych niz dopuszczalne wg 2 4 kontroli nalezy poddac 100% zgrzein wraz z oceną wg tabl 7

Tablica 7

Rodzaje dopuszczalnych wad (większych niz w 2 4)	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

cd tabl 7

Rodzaje dopuszczalnych wad (większych niz w 2 4)	Dopuszczalna liczba wadliwych zgrzein punktowych lub sumaryczna długosc wadliwych odcinkow zgrzein liniowych %	
	w klasie I	w klasie II
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 od trzykrotnej wielkosci większej wady sąsiadującej		

4 4 Inne badania — wg BN-82/4101-03 p 4 4

4 5 Poprawianie zgrzein wadliwych — wg BN-82/4101-03 rozdz 5

K O N I E C

Załączniki 3
Informacje dodatkowe

ZAŁĄCZNIK 1

ZALECANY WZOR PROTOKOŁU PROBY KWALIFIKACYJNEJ ZGRZEWARKI

Nazwa zakładu		Zgrzewarka typ Nr	Protokoł Nr
Materiał		Sposob przygotowania (oczyszczania) powierzchni	
Grubosc probek mm		maksymalna +	minimalna +
Położenie wysięgnika (rozstaw × × wysięg) mm		maksymalny ×	minimalny ×
Elektrody (nr rysunku)	gorna	*d* lub *S* mm	*d* lub *S* mm
	dolna	*d* lub *S* mm	*d* lub *S* mm
Parametry procesu zgrzewania wg wskaznikow zgrzewarki[1]			

Wyniki proby											
Ocena wizualna											
Badania metalograficzne	Nr probki	*d b*	*h*	*H*	*A*	Nr probki	*d b*	*h*	*H*	*A*
		mm		%			mm		%	
	wady makroskopowe					wady makroskopowe				
Badania wytrzymałosciowe	Wyniki *P* daN									
		P_{min} daN				P_{min} daN				
	Ocena	*P* daN				P_r daN				
		% wynikow w granicach				% wynikow w granicach				
		(0 80 – 1 20) *P*				(0 80 – 1 20) *P*				
		(0 90 – 1 10) *P*				(0 90 – 1 10) *P*				
Ogolny wynik proby										
Ustawiacz Data podpis		Laboratorium Data podpis				Kontrola Data podpis				

[1] Zaleca się dodatkowo okreslac docisk elektrod w daN natężenie prądu w kA i prędkosc zgrzewania liniowego w m/min

ZAŁĄCZNIK 2

ZALECANY WZÓR PROTOKOŁU PRÓBY KONTROLNEJ PARAMETRÓW ZGRZEWANIA

Nazwa zakładu	Karta parametrow zgrzewania	Nr karty	Materiał		Podziałka szwu mm
			gatunek	grubosc mm	

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

Zespoły zgrzewane					
nr rysunku	operacja	złącze	nr rysunku	operacja	złącze

Parametry procesu zgrzewania wg wskaznikow zgrzewarki[1]

Wyniki proby											
Ocena wizualna	Badania metalo graficzne	nr probki	d lub b	h	H	A	wady makroskopowe				
			mm			%					

Bada nia wy trzyma łosciowe lub proba techno logicz na	wyni ki P daN lub d lub b mm	Złącze + mm			Złącze + mm		Złącze + mm			
	ocena	P_{min} daN								
		P daN % wynikow w granicach								
		(0 80 — 1 20) P (0 90 — 1 10) P								
		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 liniowego w m/min

ZAŁĄCZNIK 3

WZOR REJESTRU WYNIKÓW OKRESOWEGO SPRAWDZENIA PARAMETROW ZGRZEWANIA

Data	Godzina	Nr rysunku zespołu	Nr karty parametrow zgrzewania	Nr przewodnika warsztatowego	Liczba sztuk	Wyniki proby					Podpis pieczątka	
						wytrzymałosc lub proba technologiczna	metalograficzna				zgrzewacz	laboratorium
						daN lub %	H	A	d_z lub b	h		
							%		mm			

INFORMACJE DODATKOWE

1 Instytucja opracowująca normę — Instytut Lotnictwa Warszawa

2 Istotne zmiany w stosunku do BN-70/4101-04

a) rozszerzono dopuszczalną liczbę łączonych elementow z dwóch do czterech

b) przywołano Polskie Normy w zakresie głównych wymiarow i własnosci materiałowych elektrod

c) zmieniono wytyczne odbioru w zakresie kontroli rentgenograficznej

3 Normy związane

PN-81/M-69003 Spawalnictwo Zgrzewanie metali Podstawowe nazwy i okreslenia

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 Proba statyczna scinania zgrzein punktowych

PN 76/M-69783 Spawalnictwo Proby statyczne scinania i rozciągania zgrzein liniowych

BN 82/4101 03 Zgrzewanie oporowe konstrukcji lotniczych Wytyczne wykonywania i kontroli złączy zgrzewanych punktowo i liniowo ze stopow aluminium

BN-70/4101 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-hardening steels or alloys and titanium spot seam and stitch

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