



ul. Błogosławionego Czesława 16/18

**INSTYTUT SPAWALNICTWA
GLIWICE**

tel. 231-00-11, fax. 231-46-52, tlx. 036288

WYTYCZNE NR: W-2000/IS-ZR1

**Wytyczne zgrzewania punktowego blach ocynkowanych
zanurzeniowo**

Gliwice 2004 r.

SPIS TREŚCI	str.
1. WSTĘP	3
1.1. Przedmiot wytycznych	3
1.2. Zakres zastosowania wytycznych	3
1.3. Przeznaczenie wytycznych.....	3
2. STANOWISKA DO ZGRZEWANIA	3
2.1. Zgrzewarki	4
2.2. Aparatura sterownicza.....	5
2.3. Oprzyrządowanie zgrzewarek	6
2.4. Aparatura kontrolno-pomiarowa	7
3. MATERIAŁY I ELEMENTY DO ZGRZEWANIA	8
3.1. Materiały zgrzewane	8
3.2. Przygotowanie części do zgrzewania	8
4. ELEKTRODY DO ZGRZEWANIA	9
4.1. Materiały na elektrody	9
4.2. Chłodzenie elektrod	9
5. PROGRAM I PARAMETRY ZGRZEWANIA.....	11
5.1. Program zgrzewania	11
5.2. Parametry zgrzewania	12
5.3. Wydajność zgrzewania.....	15
6. KONTROLA JAKOŚCI ZGRZEWANIA	15
6.1. Kontrola wstępna obejmuje:.....	15
6.2. Kontrola bieżąca	16
6.3. Kontrola końcowa	17
7. KWALIFIKACJE ZGRZEWACZY	20
8. LITERATURA:	20

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot wytycznych

Przedmiotem wytycznych są zalecenia technologiczne zgrzewania punktowego blach ocynkowanych zanurzeniowo na zakładkę, w szczególności na stanowiskach zmechanizowanych.

1.2. Zakres zastosowania wytycznych

Wytyczne dotyczą zgrzewania oporowego punktowego elementów blaszanych wykonanych ze stali ocynkowanej zanurzeniowo, o grubości powłoki cynkowej 19 μm (275 g/m^2). Wytyczne powinny znaleźć zastosowanie przy zgrzewaniu blach ocynkowanych zanurzeniowo, prowadzonym na zgrzewarkach prądu przemiennego oraz stałego (inwertorowych).

1.3. Przeznaczenie wytycznych

Wytyczne powinny stanowić podstawę do opracowywania procesów technologicznych zgrzewania, organizowania stanowisk oraz kontroli jakości złączy.

2. STANOWISKA DO ZGRZEWANIA

W zależności od wielkości produkcji, stopnia mechanizacji procesu technologicznego oraz rozwiązania technologicznego procesu zgrzewania, wyróżnia się następujące podstawowe organizacje stanowisk:

- SA – stanowisko pojedyncze z obsługą ręczną;
- SB – stanowisko pojedyncze zmechanizowane;
- SC – stanowisko zespolone zmechanizowane.

Dla poszczególnych stanowisk zgrzewalniczych obowiązują pewne specyficzne wymagania technologiczne.

W skład stanowisk wchodzi następujące podstawowe podzespoły:

- zgrzewarki prądu przemiennego lub stałego (inwertorowe) z właściwym układem sterowania;
- oprzyrządowanie;
- aparatura kontrolno - pomiarowa.

2.1. Zgrzewarki

Do zgrzewania blach ocynkowanych zanurzeniowo mogą być stosowane typowe zgrzewarki produkowane seryjnie, wyposażone dodatkowo w zawór (zawory) pozwalający na realizację złożonego cyklu zgrzewania: ze zmiennym dociskiem w trzech fazach cyklu (program zgrzewania - rys 1).

Dane techniczne zgrzewarek produkcji polskiej podano w tablicy 1. Zgrzewarek stacjonarnych punktowych należy używać do wyposażenia stanowisk:

- SA – w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej lub w przypadku zgrzewania detali o ukształtowaniu lub wymiarach uniemożliwiających mechanizację;
- SB – w przypadku produkcji w dużych seriach lub gdy wymagana jest ścisła powtarzalność wyników zgrzewania;
- SC – w przypadku zgrzewania detali w gnieździe lub na linii produkcyjnej.

Tablica 1. Dane charakterystyczne zgrzewarek punktowych

Wyszczególnienie danych	Jednostka wymiarowa	Dane liczbowe			
		ZPf-40	ZPa-80	ZPb-160	ZPI-90
Typ zgrzewarki	--	ZPf-40	ZPa-80	ZPb-160	ZPI-90
Rodzaj zgrzewarki	--	jednofazowa, prądu przemiennego	jednofazowa, prądu przemiennego	jednofazowa, prądu przemiennego	inwertorowa
Napięcie zasilania	V	3x380	3x380	3x380	3x380
Moc znamionowa (P 50%)	kVA	40	80	160	90
Siła docisku elektrod	daN	100÷500	100÷500	150÷900	100÷500
Prąd zwarcia	kA	18	20	24	21
Wysięg ramion	mm	630	630	1000	630

Zgrzewarki mogą być w specyficznych przypadkach obsługiwane przez roboty przemysłowe. Robotyzacja powinna polegać przede wszystkim na ustawianiu detali na zgrzewarce oraz zdejmowaniu i ustawianiu zgrzanych detali na odpowiednich regałach lub na taśmie produkcyjnej.

Do zgrzewania konstrukcji złożonych, np. scalania podzespołów, należy używać zgrzewarek specjalnych, wmontowanych w konstrukcję agregatu zgrzewalniczego tzw. konduktora. Zgrzewarki specjalne mogą być budowane w oparciu o typowe podzespoły zgrzewarek standardowych lub zaprojektowane indywidualnie dla konkretnego zastosowania.

2.2. Aparatura sterownicza

Zgrzewarki prądu przemiennego produkcji krajowej ZPf-40, ZPa-80, ZPb-160 mogą poprawnie realizować trzyfazowy program zgrzewania blach, po wyposażeniu w układ sterowania MUS1521L. Dane techniczne układu sterowania przedstawiono w tablicy 2. Układ sterowania MUS1521L pozwala na realizację następujących warunków zgrzewania:

- zgrzewanie ze stabilizacją prądu;
- sterowanie dodatkowym zaworem, umożliwiającym zmianę docisku podczas cyklu zgrzewania;
- korektę wartości prądu podczas seryjnego wykonywania zgrzein.

Współczesne zgrzewarki inwertorowe, np. ZPI-90 produkcji polskiej, wyposażone są w układy sterowania pozwalające na realizację wyżej wymienionych warunków zgrzewania (MSI 1002).

Tablica 2. Dane charakterystyczne układów sterowania

Wyszczególnienie danych	Jednostka wymiarowa	Dane liczbowe	
		MUS 1521L	MSI 1002
Typ układu sterowania	--	MUS 1521L	MSI 1002
Napięcie zasilania	V	220, 50 Hz	220, 50 Hz
Pobór mocy	VA	40	40
Ilość wprowadzanych technologii	--	10	10
Ilość przedziałów czasowych	--	do 15	do 15
Czas narastania prądu do wartości nastawianej	--	0÷99 okresów	0÷99 ms
Zakres nastawiania prądów zgrzewania bez stabilizacji ze stabilizacją	--	10÷100 % I max co 1 % co 0.1 kA	10÷100 % I max co 0.1 % co 0.1 kA
Współczynnik stabilizacji	--	>10	>10
Zakres temperatur pracy	°C	0÷50	0÷50
Wymiary gabarytowe	mm	440x130x280	270x145x340
Masa	kg	6.5	4.0

2.3. Oprzyrządowanie zgrzewarek

Oprzyrządowania zgrzewarek mają na celu usprawnienie pracy na danym stanowisku: zwiększenie wydajności zgrzewania oraz zapewnienie uzyskania wyrobów o wysokiej i powtarzalnej jakości.

Oprzyrządowanie zgrzewalnicze należy projektować indywidualnie dla poszczególnych wyrobów, uwzględniając wielkość serii, ważność konstrukcji, a w szczególności typ stanowiska zgrzewalniczego. Mechanizacja stanowisk i oprzyrządowania powinna zagwarantować niezawodność pracy w pełnym cyklu produkcyjnym, a także

warunki bezpieczeństwa, ergonomii i higieny pracy bezpiecznej dla obsługi oraz personelu współpracującego.

W przypadku stanowisk zgrzewalniczych, wyposażonych w zgrzewarki inwerterowe, oprzyrządowanie można wykonać z materiałów magnetycznych, np. stali węglowej. Brak składowej oporu indukcyjnego w obwodzie zgrzewania sprawia, że materiały magnetyczne wprowadzone w obszar ramion zgrzewarki nie są poddane siłom elektromagnetycznym oraz nie ulegają nagrzewaniu. Materiały magnetyczne wprowadzone w obszar ramion zgrzewarek inwerterowych nie wpływają na wartość natężenia prądu zgrzewania. Odnosi się to nie tylko do materiałów oprzyrządowania, ale również do materiałów magnetycznych zgrzewanych detali, które najczęściej zmieniają swe położenie w obszarze okna zgrzewarki.

W przypadku stanowisk wyposażonych w zgrzewarki prądu przemiennego, konstrukcja oprzyrządowania musi uwzględnić straty, jakie mogą wynikać z wprowadzania masy magnetycznej w obszar ramion zgrzewarek.

2.4. Aparatura kontrolno-pomiarowa

W zależności od stopnia ważności produkcji lub stopnia mechanizacji procesów zgrzewalniczych, należy stosować właściwe układy kontroli procesu zgrzewania.

W przypadku stanowisk prostych, w produkcji małoseryjnej (np. SA, SB), aparaturę kontrolno-pomiarową należy używać do ustalania, nastawiania i okresowej kontroli parametrów zgrzewania.

Do tego celu mogą być używane:

- przyrząd Pp-10 – do rejestracji prądów i czasów cyklu zgrzewania oraz oporności dynamicznej obszaru zgrzewania – w przypadku zgrzewarek prądu przemiennego;
- przyrząd PP-16 – do rejestracji prądów i czasów cyklu zgrzewania oraz oporności dynamicznej obszaru zgrzewania – w przypadku zgrzewarek inwerterowych;
- przyrząd do pomiarów siły docisku elektrod (np. TE-1460 firmy TECNA).

W technologiach bardziej złożonych, np. w przypadku zgrzewania konstrukcji nośnych, należy stosować układy sterowania zapewniające stałość i powtarzalność parametrów zgrzewania, a także pomiar i rejestrację wartości krytycznych (natężenie prądu w pierwszym i drugim impulsie oraz wartość siły docisku elektrod).

Do zgrzewania złożonych konstrukcji na stanowiskach zespolonych, zmechanizowanych (SC), należy stosować komputerowe systemy sterowania i kontroli, pozwalające na pełne monitorowanie zmian wartości prądu i docisku podczas realizacji

programu zgrzewania. Do tego celu mogą służyć mikroprocesorowe przyrządy Pp-10 i PP-16, wyposażone dodatkowo w czujnik do pomiarów siły docisku podczas cyklu zgrzewania. Są to przyrządy przenośne, wyposażone w system przetwarzania i gromadzenia danych, pozwalające na wydruk uzyskanych wyników na drukarce graficznej, a także przesłanie przetworzonych danych do komputera nadrzędnego poprzez łącze szeregowo.

3. MATERIAŁY I ELEMENTY DO ZGRZEWANIA

3.1. Materiały zgrzewane

Wytyczne dotyczą zgrzewania oporowego punktowego elementów blaszanych, wykonanych ze stali niskowęglowych ocynkowanych zanurzeniowo, o grubości pokrycia 19 μm , zgodnie z normą PN-89/H-92125.

Blachy ocynkowane zanurzeniowo powinny posiadać atest hutniczy oraz określoną przydatność do zgrzewania oporowego punktowego. Podane w wytycznych warunki zgrzewania oraz tryfazowy program zgrzewania, mogą być wykorzystane do opracowania procesu zgrzewania blach o innych grubościach powłoki cynkowej.

W przypadku zastosowania do zgrzewania blach z nowych gatunków stali pochodzenia krajowego lub zagranicznego, należy określić ich zgrzewalność w oparciu o wytyczne W-90/IS-52.

3.2. Przygotowanie części do zgrzewania

W procesie zgrzewania, na stanowiskach zmechanizowanych, przygotowanie części oraz ich składanie stanowią jeden z najistotniejszych warunków technologicznych. Powierzchnie łączonych części powinny być płaskie i równoległe, wolne od zadziorów, wybrzuszeń, pofałdowań, szczelin itp.

Powierzchnie części zgrzewanych, w miejscu łączenia oraz stykania się elektrod, powinny być metalicznie czyste i odtłuszczone. Wymagania odnośnie czystości i jednorodności stanu powierzchni powinny być proporcjonalne do stopnia mechanizacji i automatyzacji procesu zgrzewania.

Należy pamiętać, że stan powierzchni blach bardzo silnie wpływa na trwałość elektrod, a przez to na jakość i powtarzalność wyników zgrzewania.

Przy stosowaniu mechanizacji i robotyzacji procesu zgrzewania punktowego blach ocynkowanych zanurzeniowo, należy dążyć do tego, aby w całej serii była zachowana powtarzalność warunków zgrzewania, czyli była zachowana stała grubość blach, pokryć metalicznych, ich jakość oraz czystość powierzchni.

4. ELEKTRODY DO ZGRZEWANIA

4.1. Materiały na elektrody

Do zgrzewania punktowego blach ocynkowanych zanurzeniowo należy stosować elektrody klasy A2 ze stopów miedzi utwardzanych wydzieleniowo, z dodatkiem chromu i cyrkonu lub z dodatkiem tytanu i kobaltu, względnie stopów utwardzanych dyspersyjnie, z dodatkiem tlenku aluminium. Dane charakterystyczne materiałów elektrodowych zalecanych do zgrzewania zestawiono w tablicy 3.

4.1. Kształtowanie elektrod do zgrzewania

Elektrody do zgrzewania punktowego należy wykonać w miarę potrzeb zgodnie z polskimi normami:

- PN-EN 25184:2000, PN-EN 25821:2000 – w przypadku zastosowania zgrzewarek punktowych stacjonarnych lub stanowisk zmechanizowanych;
- PN-EN 25821:2000 – w przypadku zastosowania zgrzewarek podwieszonych.

Do zgrzewania należy stosować elektrody o płaskiej powierzchni roboczej. Średnica części roboczej powinna wynosić $d_e = 5 \sqrt{g}$ (g = grubość blachy).

W przypadku zastosowania zgrzewarek punktowych podwieszonych, należy używać elektrod o kulistej powierzchni roboczej.

4.2. Chłodzenie elektrod

Elektrody podczas zgrzewania powinny być intensywnie chłodzone wodą. Wydajność przepływu wody, w przypadku zgrzewania na stanowiskach zmechanizowanych, powinna wynosić powyżej 4l/h, przy temperaturze wody max 18 °C.

Tablica 3. Podstawowe właściwości materiałów na elektrody klasy A2 do zgrzewania blach ocynkowanych zanurzeniowo

Rodzaje materiału	Twardość [HB]	Przewodność elektryczna właściwa		Wytrzymałość [MPa]		Wydłużenie A ₅ [%]	Temperatura mięknienia [°C]	Gęstość [g/cm ³]
		[% IACS]	[MS/m]	R _m	R _{0,2}			
CuCrZr	145	min 75	44 ÷ 50	470	440	min 8	pow. 500	8,90
CuZr	118	min 85	50	330	310	13,0	500	8,90
MLT	150	do 84	do 49	480	420	22,2	pow. 530	8,90
CuAl ₂ O ₃								
C15725	68 HR _B	min 87	min 50	586	544	min 8	pow. 600	8,86
C15760	90 HR _B	min 78	min 45	627	572	min 8	pow. 600	8,94

Z wydajnością chłodzenia związana jest wydajność zgrzewania oraz trwałość elektrod. Należy zwracać uwagę, aby obie elektrody były jednakowo wydajnie chłodzone. Zabudowany osprzęt zgrzewarek lub niekorzystny kształt detalu może zmienić skuteczność chłodzenia jednej z elektrod, co bardzo niekorzystnie wpływa na asymetrię cyklu cieplnego podczas zgrzewania, zużycie tej elektrody i w konsekwencji zdecydowane obniżenie jakości uzyskiwanych zgrzein. W przypadku zgrzewania seryjnego, na stanowiskach zmechanizowanych lub obsługiwanych ręcznie, spadek jakości zgrzewania nieodłącznie prowadzi do skrócenia serii wykonywanej bez korekty kształtu części roboczej elektrod.

Wymiana elektrod lub korekta kształtu części roboczych podczas seryjnego zgrzewania blach ocynkowanych zanurzeniowo, powinna następować co pewną, ustaloną doświadczalnie na danym stanowisku ilość zgrzein. W przypadku stosowania trzyfazowego programu zgrzewania bez korekty prądu drugiego impulsu, doprowadzanie elektrod do stanu początkowego należy przeprowadzać nie rzadziej niż co 200 zgrzein.

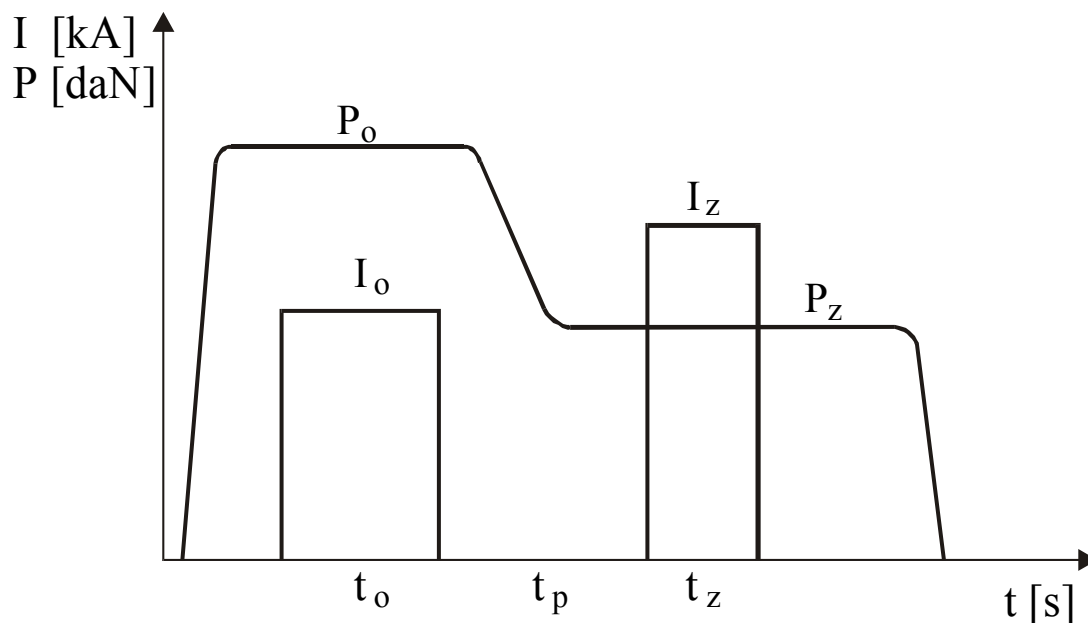
W przypadku zgrzewania punktowego, z zastosowaną korektą prądu zgrzewania, częstotliwość wymiany elektrod lub korektę ich kształtu można zmniejszyć. Ze względu na znaczną grubość powłoki cynku, nie zalecane jest wydłużanie serii wykonywanej jedną parą nie regenerowanych elektrod ponad 600 zgrzein.

5. PROGRAM I PARAMETRY ZGRZEWANIA

5.1. Program zgrzewania

Przy zgrzewaniu punktowym blach ocynkowanych zanurzeniowo, należy stosować trzyfazowy program zgrzewania przedstawiony na rys. 1.

W przypadku zgrzewania na stanowiskach zmechanizowanych, program zgrzewania stanowi część cyklu pracy stanowiska. Poszczególne czasy programu zgrzewania muszą spełniać warunki technologiczne zgrzewania (czas docisku wstępnego, czas pierwszego impulsu, czas przerwy, czas drugiego impulsu prądowego, czas docisku końcowego) oraz warunki techniczne stanowiska (czas podniesienia elektrod musi być większy od czasu przesuwu elektrod na inne miejsce zgrzewania lub przesuwu detalu).



Rys. 1. Program zgrzewania blach ocynkowanych zanurzeniowo

I_o P_o t_o – parametry pierwszego impulsu prądu - Faza I.; I_z P_z t_z – parametry drugiego impulsu prądu – Faza II ; t_p – czas przerwy między impulsami – Faza III

5.2. Parametry zgrzewania

Przy doborze parametrów trzyfazowego programu można korzystać z parametrów przedstawionych w tabelicy 4.

Dobór parametrów zgrzewania uzależniony jest jednak od rodzaju zgrzewarki, dynamiki jej układu dociskowego, kształtu i wymiarów części zgrzewanych, skuteczności chłodzenia, stopnia mechanizacji itp. Powinien być on poprzedzony badaniami jakości zgrzewania, przeprowadzonymi na konkretnym stanowisku zgrzewalniczym.

Przy doborze parametrów zgrzewania należy pamiętać, że (wg rys. 1):

- Faza I, to usunięcie powłoki cynku ze styku centralnego (relatywnie wysoki docisk P_o oraz niski prąd zgrzewania I_o).
- Faza II, to wychłodzenie obszaru złącza, ochrona styku przed atmosferą (malejący docisk, brak prądu zgrzewania $I = 0$).
- Faza III, to utworzenie prawidłowego jądra zgrzeiny z kontrolą bieżącą parametrów (parametry zgrzewania - jak dla blach bez pokryć, I_z - stabilizacja i kontrola).

Układy sterowania powinny pracować w opcji zgrzewania ze stabilizacją prądu. W przypadku zgrzewania seryjnego na stanowiskach zmechanizowanych, można przewidywać

korektę prądu drugiego impulsu. Ze względu na dużą ilość czynników wpływających na proces zgrzewania, korektę taką trzeba zawsze dobierać doświadczalnie, w oparciu o badania jakości zgrzewania, prowadzone na danym stanowisku zgrzewalniczym.

Tablica 4. Parametry zgrzewania blach ocynkowanych zanurzeniowo trzyfazowym programem zgrzewania. Zgrzewarka AC

Grubość blach	Czas docisku wstępnego t_w [s]	Prąd oczyszczania I_o [kA]	Docisk oczyszczania P_o [daN]	Czas impulsu oczyszczania t_o [s]	Czas przerwy t_p [s]	Prąd zgrzewania I_z [kA]	Docisk zgrzewania P_z [daN]	Czas zgrzewania t_z [s]	Czas docisku końcowego t_k [s]	Uwagi
0.5	0.30	6.0	350	0.30	0.40	9.0	160	0.08	0.30	Zestawione parametry są orientacyjne, przydatne do początkowego ustalania warunków zgrzewania. Dobór właściwych parametrów zgrzewania musi być przeprowadzony na konkretnym stanowisku zgrzewalniczym, w oparciu o przeprowadzone badania wytrzymałościowe złączy i badania mikroskopowe budowy jąder zgrzein. Parametry zgrzewania na zgrzewarce inwertorowej mogą być nieznacznie niższe.
0.7	0.30	7.0	450	0.30	0.40	10.5	200	0.12	0.30	
1.0	0.30	7.5	480	0.30	0.40	11.0	220	0.14	0.30	
1.25	0.30	7.5	500	0.30	0.40	11.5	250	0.14	0.30	
1.5	0.30	7.5	530	0.30	0.40	12.0	280	0.14	0.30	

Dobór warunków zgrzewania powinien być przeprowadzony w oparciu o wyniki badań wytrzymałościowych złączy oraz badań budowy strukturalnej jąder w serii. Można w oparciu o przedstawione w tablicy 4 zestawy parametrów dobierać parametry zgrzewania blach różniących się grubościami (rys. 6).

Właściwa korekta prądu zgrzewania, dobrana na jednym stanowisku zgrzewalniczym, może prowadzić do obniżenia jakości zgrzewania, w przypadku zastosowania jej na innym stanowisku.

5.3. Wydajność zgrzewania

Wydajność zgrzewania punktowego blach ocynkowanych na stanowiskach zmechanizowanych, powinna być uzależniona od grubości zgrzewanych blach, intensywności chłodzenia elektrod oraz ukształtowania zgrzewanych detali. Dla uniknięcia wyprysków podczas zgrzewania, a tym samym zapewnienia wysokiej jakości i powtarzalności złączy, wydajność zgrzewania powinna być nie większa niż 25 zgrzein/min dla blach cienkich (do 1.2 mm) oraz nie większa niż 15 zgrzein/min dla blach grubszych (do 2.0 mm).

6. KONTROLA JAKOŚCI ZGRZEWANIA

Jakość zgrzein punktowych powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-74/M-69021.

Operacje kontroli jakości zgrzewania podzielić można na trzy grupy: kontroli wstępnej, kontroli bieżącej - w czasie procesu zgrzewania oraz kontroli końcowej.

6.1. Kontrola wstępna obejmuje:

- sprawdzenie zgodności materiałów z właściwymi atestami,
- sprawdzenie zgodności wykonawstwa detali z dokumentacją techniczną,
- sprawdzenie sprawności urządzenia i aparatury zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową,

- sprawdzenie nastaw warunków zgrzewania (sprawdzenie parametrów zgrzewania, parametrów kontroli, regulacji, sygnalizacji i rejestracji itp.) zgodnie z kartą technologiczną procesu.

Podczas kontroli wstępnej powinno się sprawdzić wrażliwość blachy na procesy zgrzewalnicze. Od wrażliwości danego materiału zależy dobór warunków zgrzewania.

6.2. Kontrola bieżąca

W najprostszym rozwiązaniu kontrola bieżąca polega na ciągłym sprawdzaniu pracy urządzenia, prawidłowości przebiegu procesu oraz jakości połączeń przez oględziny zewnętrzne, wykonywane przez operatora zgrzewarki w trakcie zgrzewania.

Kontrola bieżąca na stanowiskach zmechanizowanych i zrobotyzowanych powinna być realizowana przez specjalną aparaturę kontrolno-pomiarową, zaprogramowaną zgodnie z wymaganiami procesu technologicznego.

W przypadku produkcji w dużych seriach lub gdy wymagana jest ścisła powtarzalność wyników zgrzewania, zalecanym rozwiązaniem jest pomiar, rejestracja (w pamięci komputera) oraz sygnalizowanie przekroczeń założonych zakresów parametrów technicznych (prąd zgrzewania, siła docisku elektrod). Po przekroczeniu założonych granic, układ sterowania i kontroli pracy zgrzewarki sygnalizuje fakt niezgodności z optymalnymi warunkami zgrzewania i wyłącza program zgrzewania. Od decyzji operatora (lub technologa) zależy dalsza praca lub modyfikacja programu zgrzewania.

Na stanowiskach zgrzewania seryjnego, w przypadku zgrzewania z korektą prądu zgrzewania, układ sterowania zgrzewarki powinien prowadzić na bieżąco kontrolę wartości prądu, realizowanego programu zmian siły docisku, blokować pracę zgrzewarki w przypadku przekroczenia założonych granic, podwyższać prąd zgrzewania - zgodnie z programem korekty i sygnalizować oraz wyłączać zgrzewarkę w momencie zużycia elektrod.

Kontrola bieżąca procesu zgrzewania zależy w bardzo dużym stopniu od nowoczesności stanowiska zgrzewalniczego i typu zgrzewarki stosowanej w produkcji.

Najnowsze układy sterujące i kontrolujące proces zgrzewania pozwalają na precyzyjny wybór korekty warunków zgrzewania, umożliwiających zgrzewanie seryjne w produkcji masowej bez wyprysków, z gwarantowaną jakością budowy strukturalnej jądra zgrzeiny.

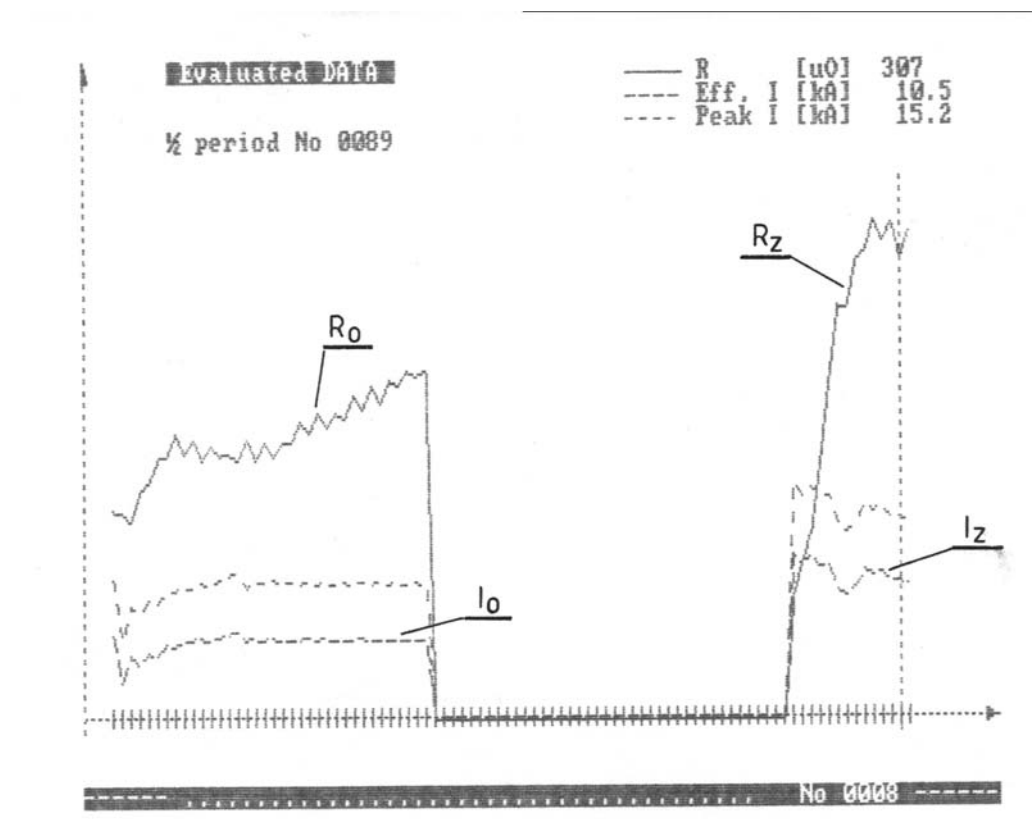
Przykładowy wydruk rejestrowanych parametrów zgrzewania przedstawiają rys. 2 i 3. Struktury prawidłowo wykonanych zgrzein przedstawiają rys. 4 i 5.

6.3. Kontrola końcowa

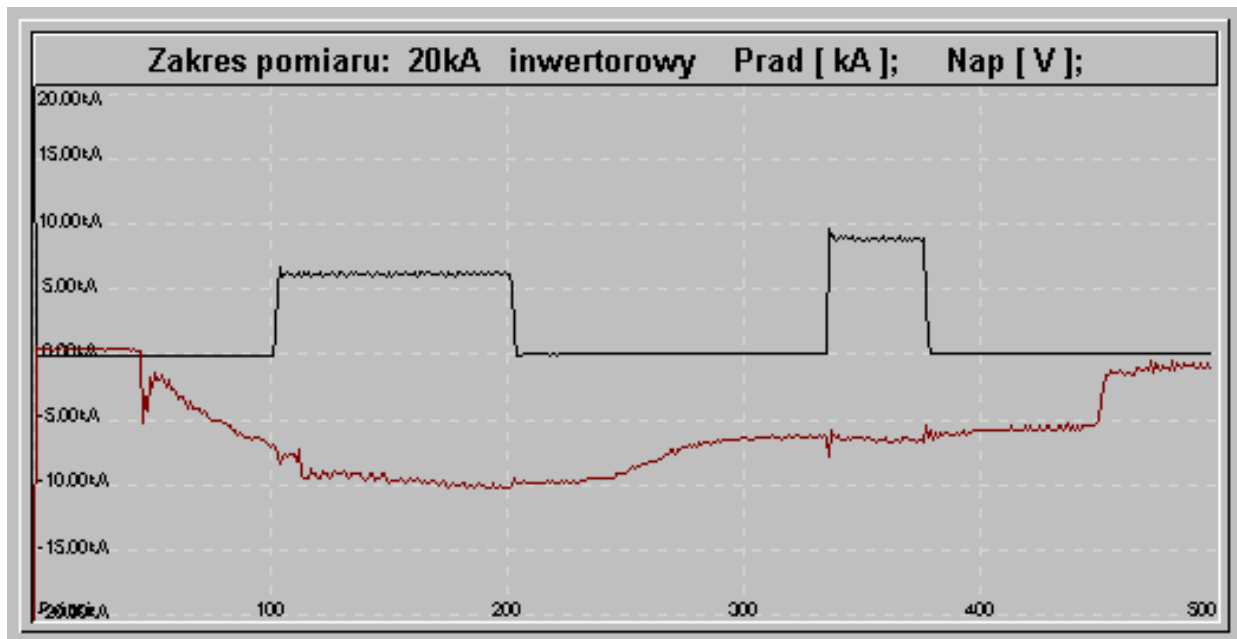
Po prawidłowo przeprowadzonej kontroli wstępnej oraz bieżącej procesu zgrzewania, kontrola końcowa powinna potwierdzić wysoką jakość wyrobu. W przeciwnym wypadku, narzuca konieczność modyfikacji, przeprowadzanych dotychczas, metod kontroli wstępnej i bieżącej.

Kontrola końcowa powinna obejmować:

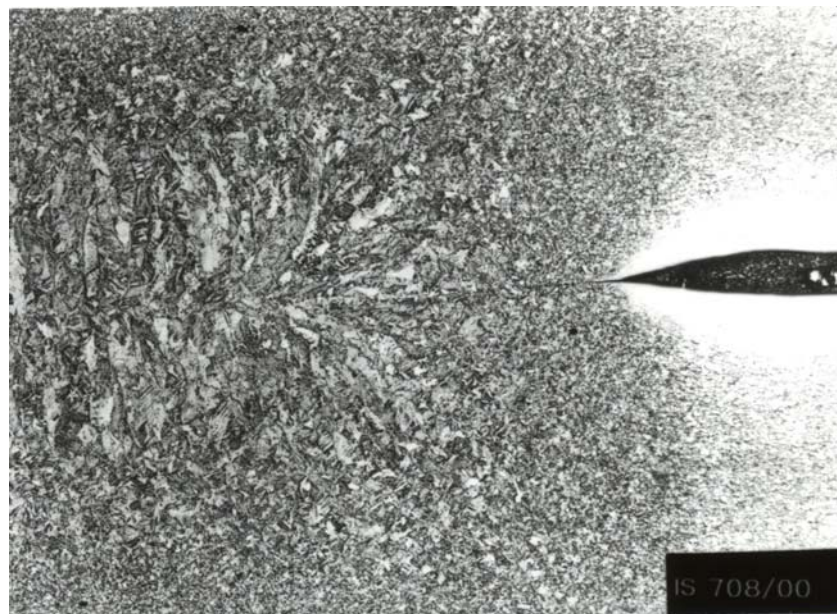
- badania własności mechanicznych złączy oraz własności eksploatacyjnych wyrobu,
- sprawdzenie zgodności kształtu i wymiarów wyrobów z warunkami technicznymi odbioru,
- badania budowy strukturalnej zgrzein (wrywkowe).



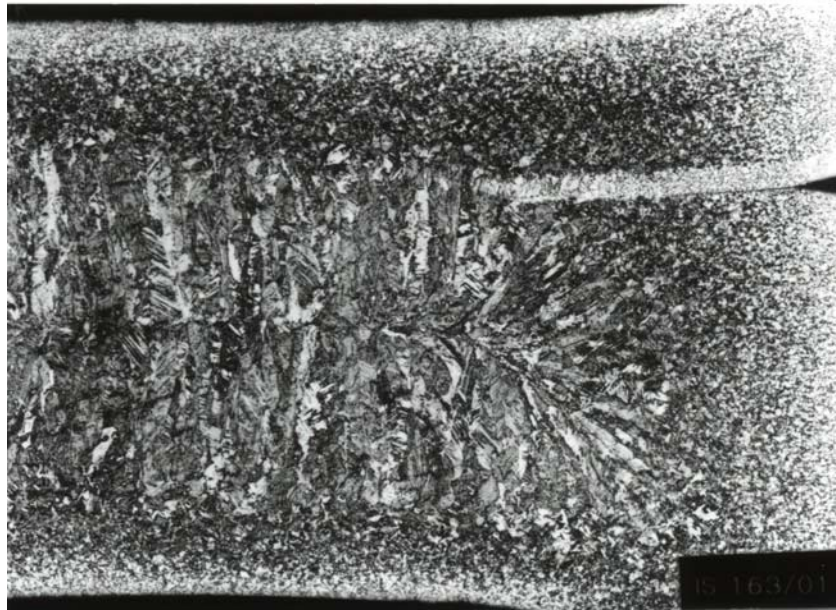
Rys. 2. Przebieg prądu I oraz oporności dynamicznej R, rejestrowane przyrządem Pp-11. Zgrzewarka prądu przemiennego.



Rys. 3. Przebieg prądu I oraz siły docisku P, rejestrowane przyrządem PP-16. Zgrzewarka inwertorowa



Rys. 4. Fragment struktury zgrzeiny punktowej, wykonanej na blachach ocynkowanych zanurzeniowo 1.25 +1.25 mm. Parametry zgrzewania: tablica 4. Traw. Nital. Pow. 40 x



Rys. 5. Fragment struktury zgrzeiny punktowej, wykonanej na blachach ocynkowanych zanurzeniowo 0.5+1.25 mm. Parametry zgrzewania: $I_o = 5$ kA, $P_o = 220$ daN, $t_o = 0.40$ s, $t_p = 0.60$ s, $I_z = 7$ kA, $P_z = 160$ daN, $t_z = 0.18$ s. Traw. Nital. Pow. 40 x

Badania własności mechanicznych złączy, dla konkretnych wyrobów, mogą być wykonywane w różnym zakresie. W przypadku stosowania skutecznej kontroli bieżącej, własności mechaniczne złączy mogą być sprawdzane wyrywkowo.

Badania mechaniczne złączy i wyrobów powinny być wykonywane w oparciu o istniejące przepisy i normy krajowe czy międzynarodowe (PN-74/M-69782, PN-M-69006).

Sprawdzanie zgodności kształtu i wymiarów wyrobów, w przypadku produkcji prostych i małych elementów, można dokonywać przy użyciu przyrządów pomiarowych i przymiarów. Sprawdzanie wymiarów i kształtów dużych wyrobów, jak np. karoserii samochodowych, wykonywane jest przy pomocy robotów kontrolnych.

Ocena jakości zgrzewania wyrobów z blach ocynkowanych zanurzeniowo, musi być wykonywana w oparciu o okresowe badania budowy strukturalnej zgrzein. Od rodzaju i odpowiedzialności konstrukcji zależy częstotliwość badań metaloznawczych zgrzein w serii. Ocena poprawności zgrzewania przeprowadzona jedynie w oparciu o badania własności mechanicznych złączy nie jest wystarczająca.

7. KWALIFIKACJE ZGRZEWACZY

Wymagania odnośnie kwalifikacji obsługi stanowisk zgrzewalniczych uzależnione są od rodzaju tych stanowisk oraz rodzaju wykonywanej pracy.

Przy pracy na stanowiskach prostych, obsługiwanych ręcznie przez operatora, wymagane jest przeszkolenie personelu w zakresie obsługi i warunków BHP stanowiska, a także w zakresie technologii zgrzewania blach ocynkowanych oraz kontroli bieżącej i końcowej jakości zgrzewania.

W przypadku pracy na stanowiskach zmechanizowanych, operatorzy zgrzewarek dozorują przebieg operacji zgrzewania oraz czuwają nad prawidłowością pracy poszczególnych urządzeń stanowiska. Przeszkolenie powinno obejmować dodatkowo obsługę wszystkich urządzeń kontrolujących i nadzorujących pracę stanowiska.

8. LITERATURA:

1. PN-M-69006. Próby technologiczne złączy blach zgrzewanych punktowo lub garbowo.
2. PN-89/H-92125. Stal. Blachy i taśmy ocynkowane.
3. PN-74/M-69021. Wytyczne projektowania, wykonania i kontroli złączy zgrzewanych punktowo.
4. PN-74/M-69782. Próba statyczna ścinania zgrzein punktowych.
5. PN-74/M-69020. Klasyfikacja jakości zgrzein punktowych.
6. PN-EN 25821:2000. Elektrody nasadkowe do punktowego zgrzewania rezystancyjnego.
7. PN-EN 25184:2000. Elektrody proste do punktowego zgrzewania rezystancyjnego.
8. PN-EN 21089:2000. Połączenia stożkowe elektrod w urządzeniach do zgrzewania punktowego. Wymiary.
9. W-90/IS-52. Wytyczne. Metodyka oceny przydatności blach do punktowego i grabowego zgrzewania na zakładkę. Gliwice 1990 r.
10. PN-EN ISO 14273 Wymiary próbki i procedura badania na ścinanie złączy zgrzewanych rezystancyjnie punktowo, liniowo i garbowo.