

<b>MASZYNY I URZĄDZENIA DO OBRÓBK DREWNA</b>	<b>NORMA BRANŻOWA</b>	<b>BN-73</b> <b>1610-03</b>
	<b>Maszyny i urządzenia do obróbki drewna</b>	
	<b>Ogólne warunki wykonania i odbioru połączeń spawanych</b>	52 Grupa katalogowa IV <del>50</del>

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są ogólne warunki wykonania i odbioru połączeń spawanych stosowanych w budowie maszyn i urządzeń do obróbki drewna.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Postanowienia normy mają zastosowanie dla konstrukcji stalowych wykonanych metodą spawania gazowego i łukowego, występujących w maszynach i urządzeniach do obróbki drewna oraz w maszynach, urządzeniach i narzędziach leśnych, z wyjątkiem konstrukcji podlegających przepisom Urzędu Dozoru Technicznego.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. Stale łatwo spawalne** — stale niewymagające ogrzewania przed i w czasie spawania ani wyżarzania po spawaniu oraz wymagające ogrzewania przed spawaniem, gdy temperatura przedmiotu w czasie spawania jest niższa od 5°C, a grubość materiału przekracza 40 mm lub wymagające wyżarzania po spawaniu w przypadku skomplikowanych konstrukcji wykonanych ze stali stopowych perlitycznych (spawalność dobra).

**1.3.2. Stale średnio spawalne** — stale wymagające wstępnego ogrzewania przed spawaniem lub wyżarzania po spawaniu przy wykonywaniu prostych konstrukcji spawanych (spawalność zadowalająca) oraz ogrzewania przed spawaniem lub w czasie spawania i wyżarzania po spawaniu przy wykonywaniu skomplikowanych konstrukcji spawanych (spawalność ograniczona); zalicza się do nich również stale, które zamiast wymienionych zabiegów wymagają stosowania do spawania większych średnic elektrod i większych natężeń prądu oraz mniejszych prędkości spawania niż stale łatwo spawalne.

**1.3.3. Stale trudno spawalne** — stale wymagające wstępnego ogrzewania przed spawaniem i wyżarzania po spawaniu oraz stale wymagające wstępnego ogrzewania przed spawaniem, ogrze-

wania w czasie spawania i wyżarzania po spawaniu z jednoczesnym doбором specjalnych elektrod i parametrów spawania niezależnie od rodzaju konstrukcji (spawalność zła).

**1.3.4. Duże ciśnienie** wg niniejszej normy — ciśnienie występujące w zbiornikach podlegających nadzorowi technicznemu zgodnie z DT/Z/63<sup>1)</sup>.

**1.3.5. Spoiny odpowiedzialne** — spoiny występujące w konstrukcjach zaliczonych do I i II klasy wg 2.1.

### 1.4. Normy związane

- PN-67/E-69010 Elektrody spawalnicze węglowe  
 PN-66/H-84019 Stal węglowa konstrukcyjna wyższej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki  
 PN-72/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki  
 PN-72/H-84030 Stale stopowe konstrukcyjne. Gatunki  
 PN-64/M-69010 Spawanie. Zasady oznaczania spoin  
 PN-65/M-69013 Spawanie gazowe stali niskowęglowych i niskostopowych. Rowki do spawania  
 PN-65/M-69014 Spawanie łukowe ręczne stali niskowęglowej i niskostopowej. Rowki do spawania  
 PN-73/M-69015 Spawanie łukiem krytym stali węglowych i niskostopowych. Przygotowanie brzegów do spawania  
 PN-66/M-69016 Spawanie w osłonie dwutlenku węgla stali węglowych i niskostopowych. Rowki do spawania  
 PN-69/M-69019 Spawanie doczołowe rur stalowych. Rowki do spawania  
 PN-73/M-69355 Topniki do spawania i napawania łukiem krytym  
 PN-70/M-69420 Druty i pręty stalowe do spawania  
 PN-64/M-69433 Elektrody stalowe do spawania stali węglowych i niskostopowych

<sup>1)</sup> Patrz Postanowienia przejściowe.

Zjednoczenie Przemysłu Maszynowego Leśnictwa

Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora ZPML dnia 7 czerwca 1973 r. jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 lipca 1974 r. (Dz. Norm. i Miar nr 31/1973 poz. 98)

PN-64/M-69434 Elektrody stalowe do spawania stali niskostopowych przeznaczonych do pracy w podwyższonych temperaturach.

PN-67/M-69707 Zasady wykonywania próbnych złącz spawanych i zgrzewanych

PN-64/M-69710 Próba statyczna rozciągania płaskich złącz spawanych lub zgrzewanych doczołowo

PN-57/M-69712 Spawanie. Próba statyczna rozciągania materiału spoiny

PN-64/M-69713 Próba statyczna rozciągania okrągłych złącz spawanych lub zgrzewanych

PN-57/M-69714 Spawanie. Próba statyczna rozciągania złącza krzyżowego ze spoinami pachwinowymi

PN-57/M-69715 Spawanie. Próba statyczna rozciągania złącza nakładkowego z pachwinowymi spoinami poprzecznymi

PN-57/M-69716 Spawanie. Próba statyczna rozciągania złącza nakładkowego z pachwinowymi spoinami podłużnymi

PN-58/M-69717 Spawanie gazowe. Próba statyczna rozciągania stopiwa

PN-60/M-69771 Spawanie. Wady złącz spawanych ze stali oceniane na podstawie radiogramów. Oznaczenia

PN-60/M-69772 Spawanie. Określanie wad złącz spawanych ze stali na podstawie radiogramów

PN-60/M-69773 Spawanie. Klasyfikacja jakości złącz spawanych ze stali na podstawie radiogramów

## 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

### 2.1. Podział konstrukcji spawanych na klasy.

Konstrukcje spawane dzieli się na trzy klasy:

a) do klasy pierwszej zalicza się konstrukcje najbardziej odpowiedzialne, pracujące przy obciążeniach zmiennych lub przy dużych ciśnieniach, wykonane z materiałów trudno spawalnych lub o grubości powyżej 30 mm, względnie konstrukcje, których uszkodzenie mogłoby zagrozić życiu ludzkiemu lub spowodować duże straty materialne;

typowymi konstrukcjami pierwszej klasy są: zbiorniki ciśnieniowe podlegające nadzorowi, suwnice, dźwigi, nadwozia samonośne;

b) do klasy drugiej zalicza się konstrukcje obciążone statycznie, wykonane z materiału średnio spawalnego, których awaria jest mniej groźna dla otoczenia i nie powoduje dużych strat materialnych;

są to np. zbiorniki i rurociągi ciśnieniowe nie podlegające nadzorowi, korpusy obrabiarek, duże zbiorniki bezciśnieniowe itp.;

c) do klasy trzeciej zalicza się mało ważne konstrukcje, nie podlegające pod określenia klasy I i II, np. małe zbiorniki i rurociągi bezciśnienio-

we, elementy dekoracyjne itp.

2.2. Podział jakości złącz spawanych na klasy ze względu na wielkość oraz stopień nasilenia wad, wykrytych na radiogramie powinien być zgodny z PN-60/M-69773.

2.3. Oznaczenie spoin na rysunkach konstrukcyjnych powinno być zgodne z PN-64/M-69010.

## 3. WYMAGANIA

3.1. Stale na konstrukcje spawane. W maszynach i urządzeniach do obróbki drewna, na konstrukcje spawane zaleca się stosować stale wg PN-66/H-84019, PN-72/H-84020 i PN-65/H-84030.

### 3.2. Materiały pomocnicze do spawania

3.2.1. Elektrody topliwe do spawania łukowego. Do spawania łukowego stali należy stosować następujące elektrody topliwe:

— elektrody stalowe wg PN-64/M-69433 do spawania elementów ze stali konstrukcyjnych węglowych,

— elektrody stalowe wg PN-64/M-69434 do spawania elementów ze stali konstrukcyjnych stopowych.

3.2.2. Elektrody nietopliwe do spawania łukowego stali. Do spawania łukowego należy stosować następujące elektrody nietopliwe:

— elektrody węglowe i grafitowe wg PN-67/E-69010 do automatycznego spawania niskowęglowych cienkich blach,

— elektrody wolframowe do spawania w atmosferze wodoru względnie argonu złącz z niskowęglowych cienkich blach, poddanych intensywnej przeróbce plastycznej.

3.2.3. Druty elektrodowe do łukowego i gazowego spawania stali należy stosować wg PN-70/M-69420.

3.2.4. Topniki do spawania łukiem krytym stali niskowęglowych i niskostopowych należy stosować wg PN-67/M-69355.

### 3.3. Przygotowanie materiału do spawania

3.3.1. Przygotowanie brzegów. Brzegi powinny być wykonane zgodnie z PN-65/M-69013, PN-65/M-69014, PN-66/M-69015, PN-66/M-69016 i PN-69/M-69019.

W celu przygotowania brzegów do spawania można stosować maszynowe cięcie tlenem.

W przypadku stosowania ręcznego cięcia tlenem — należy obrócić brzegi mechanicznie.

3.3.2. Przygotowanie powierzchni. Powierzchnie, na które będą nakładane spoiny, powinny być oczyszczone ze zgorzeli, a w przypadku spoin odpowiedzialnych powierzchnie te powinny być metalicznie czyste.

**3.3.3. Krawędzie spawanych części,** na których są bazowane wymiary tolerowane zespołu, powinny być obrobione mechanicznie.

### 3.4. Składanie elementów

**3.4.1. Spoiny szepne** powinny być wykonane bardzo starannie, z tego samego rodzaju spoiwa przewidzianego do wykonania złącza.

Spoiny szepne nie wtopione, pęknięte itp. należy przed ułożeniem warstwy przetopowej usunąć. Zaspawanie takich wad jest niedopuszczalne. Kolejność składania szepionych elementów powinna być zgodna z technologicznym planem spawania.

**3.4.2. Wielkość szczelin.** Przy składaniu elementów łączonych spoinami, należy zachować stały odstęp między elementami łączonymi zgodnie z PN-65/M-69013, PN-65/M-69014, PN-66/M-69015, PN-66/M-69016 i PN-69/M-69019.

### 3.5. Spawanie

**3.5.1. Warunki i parametry procesu spawania** powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

a) przygotowanie elementów do spawania oraz szepienie tych elementów powinno być zgodne z zatwierdzonym technologicznym planem spawania,

b) kolejność, sposób i kierunek układania spoin, oraz rodzaje sprzętu spawalniczego, elektrody, natężenie prądu, używane materiały powinny być zgodne z zatwierdzonym technologicznym planem spawania,

c) spawanie powinno odbywać się w hali krytej, wolnej od przeciągów i nagłych zmian temperatury,

d) w przypadku konieczności spawania na wolnym powietrzu, spoinę należy chronić przed deszczem, śniegiem oraz wiatrem,

e) temperatura otoczenia w czasie spawania stali węglowych konstrukcyjnych zwykłej jakości nie powinna być niższa od  $-5^{\circ}\text{C}$ ,

f) w czasie spawania należy unikać uszkodzeń powierzchni materiału rozpryskami i kroplami, a w szczególności zajarzenia łuku obok spoiny na materiale; łuk elektryczny można zajarzyć w takich miejscach, w których zostanie ułożona spoina.

#### 3.5.2. Wymagania dotyczące spoin

**3.5.2.1. Wymagania ogólne.** Wszystkie spoiny odpowiadać powinny następującym wymaganiom:

a) powinny być prawidłowo zakończone, bez podtopień i pęknięć oraz mieć zaspawane kratery,

b) żużel ze spoin powinien być dokładnie odbity i usunięty,

c) połączenia czołowe na V dostępne z obydwu stron, a spawane półautomatycznie lub automatycznie łukiem krytym powinny być podspawane.

Przejście spoin do materiału rodzimego powinno być łagodne bez podtopień. Do wycinania grani można stosować żłobienie elektropowietrzne lub obróbkę mechaniczną.

**3.5.2.2. Wymiary spoin** powinny być zgodne z dokumentacją techniczną konstrukcji spawanej.

**3.5.2.3. Szczelność zbiorników cieczy.** Spoiny zbiorników cieczy powinny wykazywać całkowitą szczelność na całej długości.

**3.5.2.4. Wymagania dotyczące spoin odpowiedzialnych.** Spoiny, co do których określono w dokumentacji specjalne wymagania, powinny być wykonane ze szczególnie dużą starannością. Na początku i na końcu takiej spoiny powinien być wybity znak spawacza uprawnionego do wykonywania spoin odpowiedzialnych.

**3.5.2.5. Wytrzymałość czołowych złącz spawanych.** Spawanie powinno być wykonane przy zachowaniu warunków zapewniających wytrzymałość złącz nie mniejszą od wytrzymałości materiału rodzimego na rozciąganie.

**3.5.3. Dopuszczalne wady zewnętrzne wszystkich spoin.** W połączeniach spawanych dopuszcza się następujące wady zewnętrzne:

a) w połączeniach czołowych miejscowe podtopienia o głębokości nie przekraczającej 10% grubości łączonych elementów i długości 2 mm, w ilości dwa podtopienia na 1 m długości spoiny;

b) miejscowe odchylenie grubości spoin pachwinowych nie przekraczające 10% grubości spoin i występujące na długości równej dwóm średnicom elektrody; nie dopuszcza się obniżenia grubości na końcach spoin;

c) w połączeniach czołowych nadlew spoiny powyżej grubości elementów, nie przekraczający 10% grubości spoiny — przy spoinach do 20 mm, oraz 5% przy spoinach o grubości powyżej 20 mm, w ilości trzy nadlewy na 1 m długości spoiny;

d) wklęsłość spoin na całej długości szwu nie przekraczająca 10% grubości spoin;

e) widoczne gołym okiem pęcherze i wtrącenia żużlowe oraz metaliczne w ilości nie więcej niż 5 na  $1\text{ cm}^2$  przekroju spoiny, w miejscu największego ich skupienia; wymiar liniowy poszczególnych wad nie powinien przekraczać 1,5 mm, a suma wymiarów liniowych 3 mm.

**3.5.4. Naprawa zewnętrznych wad w spoinach.** Spoiny odpowiedzialne można naprawiać przez nałożenie cienkiej warstwy stopiwa w przypadku niedoboru ich grubości, oraz przez obróbkę mechaniczną w przypadku nadmiaru ich grubości (pod warunkiem nieprzekroczenia dopuszczalnych odchyłek grubości), a spoiny mniej odpowiedzialne za pomocą materiałów malarskich, żywicy epoksydowych lub przez obróbkę mechaniczną.

Spoiny zbiorników cieczy wykazujące nieszczelność należy uszczelnić przez nałożenie dodatkowej warstwy stopiwa.

## 4. BADANIA

### 4.1. Rodzaje badań

**4.1.1. Badania podstawowe**, przeprowadzane na wszystkich spoinach

- sprawdzanie stosowania technologicznego planu spawania,
- ogłędziny zewnętrzne,
- sprawdzenie wymiarów,
- badanie szczelności — w konstrukcjach, w których jest ona wymagana.

**4.1.2. Badania zastrzeżone**, przeprowadzane na wyrobach, dla których istnieją specjalne wymagania lub przepisy (np. DT/Z/63, DT/D/63, DT/T/63)

- badanie struktury przez nawiercenie,
- badanie radiograficzne,
- badanie metalograficzne,
- próba wytrzymałości na rozciąganie.

### 4.2. Opis badań

**4.2.1. Sprawdzenie stosowania technologicznego planu spawania** polega na wrywkowym stwierdzeniu podczas procesu spawania zachowania wymagań wg 3.5.1.

**4.2.2. Ogłędziny zewnętrzne** należy przeprowadzić nieuzbrojonym okiem w celu stwierdzenia zgodności z wymaganiami podanymi w 3.5.2.1. Przed ogłędzinami spoinę i materiał rodzimy, przylegający do niej, należy dokładnie oczyścić z żużla, zgorzeliny, odprysków i innych zanieczyszczeń utrudniających przeprowadzenie ogłędzin — na odcinku od 10 do 20 mm z każdej strony.

Należy sprawdzić, czy przy spoinach odpowiedzialnych wybity został znak spawacza zgodnie z 3.5.2.4.

**4.2.3. Sprawdzenie wymiarów** spoin należy wykonać za pomocą spoinomierza wzornikowego lub suwmiarki do mierzenia spoin w celu stwierdzenia zgodności z 3.5.2.2.

**4.2.4. Badanie szczelności zbiorników cieczy.** Badanie szczelności otwartych zbiorników polega na przeprowadzeniu próby wodnej na zgodność z 3.5.2.3.

Zbiornik należy napełnić wodą, a następnie dokonać obserwacji zewnętrznej strony spoin. Przed badaniem należy spoiny dokładnie oczyścić, a w czasie badania opukiwać młotkiem miedzianym.

Badanie szczelności zbiorników ciśnieniowych powyżej 0,7 atmosfery nadciśnienia należy prze-

prowadzać zgodnie z przepisami Urzędu Dozoru Technicznego DT/Z/63<sup>1)</sup>.

**4.2.5. Badanie struktury przez nawiercenie** polega na obserwacji nieuzbrojonym okiem, lub za pomocą lupy 5-krotnie powiększającej, spoin po ich nawierceniu, w miejscach wątpliwych lub w miejscach dowolnie wybranych sposobem wrywkowym. Badanie to przeprowadza się w celu wykrycia wewnętrznych wad spoin, jak brak przetopu, przyklejenia, większe żużle i pęcherze.

Do nawiercenia należy stosować wiertła lub frezy o średnicy większej o  $2 \div 3$  mm od szerokości spoiny, tak aby po nawierceniu widoczna była strefa przejściowa. Powierzchnie nawierceń powinny być gładkie. W przypadku stwierdzenia wad w nawierconym miejscu, należy w jego sąsiedztwie wykonać jeszcze po dwa kontrolne nawiercenia.

Wadliwe miejsca należy wyciąć i na nowo zaspawać. Nawiercone otwory przed zaspawaniem należy stożkować.

Badania przez nawiercenie należy stosować wówczas, gdy nie przewiduje się wykonania badań radiograficznych lub ich przeprowadzenie jest niemożliwe ze względów technicznych lub ekonomicznych.

**4.2.6. Badanie radiograficzne** polega na wykonaniu radiogramów spoin za pomocą promieni X lub  $\gamma$  oraz na opisie wad i ocenie spoin na podstawie radiogramów zgodnie z wymaganiami podanymi w PN-60/M-69771, PN-60/M-69722 i PN-60/M-69773.

### 4.2.7. Badanie metalograficzne

**4.2.7.1. Wskazówki ogólne.** Badanie metalograficzne polega na badaniu makrostruktury i mikrostruktury próbek wykonanych zgodnie z PN-67/M-69707.

**4.2.7.2. Badanie makrostruktury** polega na obserwacji nieuzbrojonym okiem lub przy nieznanym powiększeniu (do  $20\times$ ) i powinno wykazać:

- brak pęknięć w stopiwie, strefie przejściowej i w metalu rodzimym,
- brak rozlania i podtopienia lica spoiny,
- brak nieregularnego uwarstwienia,
- brak przyklejania międzywarstwowego (wtopienia warstw między sobą),
- dobry przetop grani spoiny,
- dobry przetop między ściegami oraz wtop do materiału rodzimego,
- brak porowatości i wtrąceń żużlowych.

**4.2.7.3. Badanie mikrostruktury** polega na obserwacji próbek pod mikroskopem metalograficznym i powinno wykazać:

<sup>1)</sup> Patrz Postanowienia przejściowe.

a) brak mikropęknięć w stópiwie, strefie przejściowej i metalu rodzimym,

b) wtopienia na przejściu i brak międzywarstwowych przyklejeń,

c) brak przepalania (tlenku, najczęściej na granicach złącz),

d) brak gruboziarnistości charakteryzującej stan stali przegrzanej,

e) brak ostro występującej struktury Widmannstätena w stali niskowęglowej, charakteryzującej stan stali szybko ostudzonej.

Jeżeli istnieje wątpliwość co do prawidłowości przeprowadzonych badań — badania te należy przeprowadzić ponownie na podwójnej ilości próbek.

**4.2.8. Próba wytrzymałości czołowych złącz spawanych** polega na badaniu wytrzymałości na rozciąganie próbek wykonanych zgodnie z PN-67/M-69707.

Próbe należy przeprowadzić wg PN-64/M-69710, PN-57/M-69712, PN-64/M-69713, PN-57/M-69714, PN-57/M-69715, PN-57/M-69716 lub PN-58/M-69717 w celu stwierdzenia zgodności z 3.5.2.5.

**4.3. Znakowanie spoin.** Na wszystkich przyjętych spoinach o specjalnych wymaganiach należy wybić znak kontroli jakości.

**4.4. Ocena wyników badań**

**4.4.1. Połączenia spawane zgodne z wymaganiami normy.** Połączenia spawane należy uznać za zgodne z wymaganiami normy, jeżeli badania wg 4.1 dały wynik dodatni.

**4.4.2. Połączenia spawane niezgodne z wymaganiami normy.** Połączenia spawane należy uznać za niezgodne z wymaganiami normy, jeżeli badania wg 4.1 dały wynik ujemny.

**4.4.3. Połączenia spawane wymagające poprawek.** W wyrobach uznanych za niezgodne z wymaganiami normy, należy wadliwe połączenia poprawić, a przedstawioną do odbioru partię wyrobów poddać powtórny badaniom. Powtórne badania są ostateczne i powinny objąć podwójną ilość wyrobów przewidzianych do odbioru w technologicznym planie spawania.

## 5. POSTANOWIENIA PRZEJŚCIOWE

Do chwili ukazania się odpowiednich Polskich Norm lub norm branżowych, jako dokumenty związane przyjmuje się następujące przepisy Urzędu Dozoru Technicznego:

DT/Z/63 Stałe zbiorniki ciśnieniowe

DT/D/63 Dźwigi

DT/T/63 Suwnice, żurawie i wciągarki

K O N I E C

**Określenie spawalności stali**

a) Ocenę spawalności metalurgicznej należy przeprowadzić na podstawie obliczenia:

— wartości równoważnika węgla  $C_e$  określonego w % wg równania

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{6} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{12} + \frac{P}{2}$$

dla równoważnika węgla przyjmuje się górną dopuszczalną granicę, gwarantującą dobrą spawalność, w wysokości do 0,48%;

— twardości strefy przejściowej w jednostkach Vickersa, obliczonej z wielkości  $C_e$  wg wzoru

$$\min HV = 1200 C_e - 260, \quad \max HV = 1200 C_e - 200$$

Praktycznie twardość Vickersa dla spoin układanych na blachach o grubości 12,7 mm elektrodami o średnicy

5 mm i prędkości spawania 100—150 mm/min nie powinna przekraczać 350 kG/mm<sup>2</sup>.

b) W łatwo spawalnych stalach o podwyższonej wytrzymałości zawartość węgla nie powinna przekraczać 0,22%, a ilość składników w zależności od zawartości węgla powinna być mniejsza od

$$\begin{aligned} C + Cr &\leq 0,35 & C + Mn &\leq 1,40 \\ C + Mo &\leq 0,50 & C + Ni &\leq 3,00 \\ C + V &\leq 0,40 & Cu &\leq 0,60 \end{aligned}$$

przy równoczesnym występowaniu kilku składników np.:

$$C + Cr + Mo + V \leq 0,60\%$$

c) Spawalność ważniejszych stali w zależności od cieplnych warunków spawania i rodzaju konstrukcji podana jest w tabl. I-1 i I-2 jako dane orientacyjne.

**Tablica I-1. Podział ważniejszych stali na grupy w zależności od spawalności**

Grupa stali	Rodzaje stali		
	węgłowe	stopowe	specjalne
I	St0S, St1S, St2S, St3S, <u>St3Sx</u> , St4S, St0, St1, St2, St3, OBX, 10, 15, 20, 25, 15G	15H, 12HN2, 12HN3A, 12H2N4A, 14HG	1H18N9, 1H18N9T, H23N13, H23N18, 2H18N9, H18N9S
II	St4, <u>St5</u> , 30, 35, 20G	20H, 20HG, <u>18HGT</u> , 18HGM, 20HN3A, 20H2N4A, 18H2N4WA	H5M, H25T, H13JS
III	St6, 40, <u>45</u>	30H, 30HM, 25HM	1H13, 2H13, H17, H18N25S2
IV	St7, 50, 55, 65, 50G, 60G	38HA, 40H, <u>45H</u> , 50H, 37HS, 35SG, 30HGS, <u>35HGS</u> , 35HGSA, 38HMJ, 35HMFA, 40HM, 45HN, 30HN3A, 37HN3A, 40HNMA, 30HN2MFA, 45HNMF	3H13, 4H13, H9S2, H18, 4H14N14W2M

Podkreślone gatunki stali wprowadzone są do stosowania w zakładach PML zarządzeniem nr 17 Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Maszynowego Leśnictwa z dnia 19 września 1972 r.

**Tablica I-2. Spawalność stali w zależności od cieplnych warunków spawania i rodzaju konstrukcji**

Grupa stali oraz określenie spawalności	Rodzaje konstrukcji		
	A	B	C
	spawanie na styk luźnych części o prostym kształcie i o małych wymiarach (sworznie, rury, naczynia cylindryczne itp.)	proste węzły składające się z małej liczby części o prostym kształcie (części kształtowe wykonane z blach, korpusy, zbiorniki itp.)	skomplikowane konstrukcje z przestrzennie ułożonymi elementami wyłonanymi z blachy
I Spawalność dobra	cieplne warunki spawania		
	konstrukcje wykonane ze stali węglowej nie wymagają wstępnego podgrzewania oraz wyżarzania po spawaniu; 1) konstrukcje ze stali stopowych — bez wstępnego ogrzewania; konstrukcje skomplikowane wykonane ze stali stopowych perlitycznych należy poddawać wyżarzaniu		
II Spawalność dla A i B zadowalająca, dla C ograniczona	bez wstępnego podgrzewania z wyżarzaniem po spawaniu	bez wstępnego podgrzewania z wyżarzaniem po spawaniu	wstępne ogrzewanie lub w czasie spawania do 100÷300°C; po spawaniu wyżarzanie

cd. tabl. I-2

	Rodzaje konstrukcji		
	A	B	C
Grupa stali oraz określenie spawalności	spawanie na styk luźnych części o prostym kształcie i o małych wymiarach (sworznie, rury, naczynia cylindryczne itp.)	proste węzły składające się z małej liczby części o prostym kształcie (części kształtowe wykonane z blach, korpusy, zbiorniki itp.)	skomplikowane konstrukcje z przestrzennie ułożonymi elementami wykonanymi z blachy
III Spawalność dla A zadowalająca, dla B ograniczona, dla C — zła	bez wstępnego ogrzewania; po spawaniu wyżarzanie	wstępne ogrzewanie do 300÷400°C; po spawaniu wyżarzanie	wstępne ogrzewanie i w czasie trwania spawania do 350÷650°C i natychmiastowe wyżarzanie po spawaniu
	wstępne ogrzewanie oraz w czasie trwania spawania		
IV Spawalność zła	do 350÷500°C; po spawaniu wyżarzanie	do 350÷650°C; po spawaniu wyżarzanie	do 500÷650°C z natychmiastowym wyżarzaniem po spawaniu

Przy spawaniu części o grubości powyżej 20 mm wzrasta skłonność do tworzenia się pęknięć i czasami zachodzi konieczność stosowania podgrzewania również dla stali zaliczonych do grupy I.

Przy spawaniu gazowym stali perlitycznych grupy III i IV oraz przy grubości spawanych części poniżej 3 mm można nie stosować wstępnego ogrzewania prostych części.

W przypadkach gdy brak jest pewności, czy spawalność danego materiału jest dobra, wskazane jest przeprowadzenie próby spawalności. Zazwyczaj wystarcza próba zgięcia próbnej spoiny o kąt 180° na wałku o średnicy równej podwójnej grubości łączonych części i sprawdzenie, czy nie nastąpiło pęknięcie.

W przypadkach spawania stali chromowo-manganowo-krzemowej należy stosować złącza doczołowe, teowe i zakładkowe, przy czym stosunek grubości materiałów łączonych spoinami pachwinowymi w złączach teowych i zakładkowych nie powinien przekraczać 1:6. Warunki spawania dobiera się jak dla grubszego elementu.

W przypadku spawania łukowego natężenie prądu należy utrzymać w dolnej granicy.

Po spawaniu łukowym złącza z wymienionej stali należy poddać obróbce cieplnej. Nagrzanie do temperatury 650÷680°C i chłodzenie w gorącej wodzie lub na spokojnym powietrzu ma na celu zlikwidowanie skutków zahartowania stref przejściowych.

Ostateczna obróbka cieplna obejmuje zabieg hartowania i odpuszczania.

Dopuszczalna twardość złączy spawanych w zależności od charakteru pracy złącza wynosi  $HV = 300 \div 350$ .

Ograniczenie twardości złącza spawanego uzyskuje się przez wstępne podgrzanie złącza przed i w czasie spawania oraz zastosowanie wysokiego odpuszczania po spawaniu.

1) Z wyjątkiem części, które muszą zachować dokładny kształt po spawaniu i następującej obróbce mechanicznej. Takie części należy po spawaniu wyżarzyć w temperaturze 600 ÷ 650°C.