



**PRZEPISY**  
**PUBLIKACJA 23/P**

**PREFABRYKACJA RUROCIAGÓW**

sierpień  
2004

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.

GDAŃSK

*Publikacja Nr 23/P – Prefabrykacja rurociągów – sierpień 2004*(zawierająca Ujednolicone Wymagania IACS P2, wyd. Listopad 2001, rozdziały 2.5 i 2.6), stanowi rozszerzenie wymagań *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Publikacja ta została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 9 lipca 2004 i wchodzi w życie z dniem 1 sierpnia 2004.

Niniejsza publikacja zastępuje *Publikację Nr 23/P – Prefabrykacja rurociągów, 1997*.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2022

# SPIS TREŚCI

Str.

<b>1 Wstęp</b> .....	5
<b>2 Spawanie</b> .....	5
2.1 Postanowienia ogólne .....	5
2.2 Uzgodnienie technologii spawania .....	5
2.3 Urządzenia spawalnicze i personel .....	6
2.4 Przygotowanie brzegów do spawania .....	6
2.5 Montaż rurociągu .....	6
2.6 Podgrzewanie wstępne .....	6
2.7 Obróbka cieplna po zginaniu i spawaniu .....	7
<b>3 Badania nieniszczące i kryteria akceptacji</b> .....	9



## 1 WSTĘP

Niniejsze wymagania mają zastosowanie do rurociągów klasy I, II i III, wykonanych ze stali węglowych, węglowo-manganowych i stopowych.

## 2 SPAWANIE

### 2.1 Postanowienia ogólne

Złącza spawane rurociągów klas I i II należy wykonywać zgodnie z technologią spawania uzgodnioną z PRS. Materiały dodatkowe do spawania powinny spełniać wymagania *Przepisów PRS*, spawacze powinni posiadać aktualne uprawnienia PRS uzyskane zgodnie z wymaganiami zawartymi w *Publikacji 30/P – Zasady certyfikowania spawaczy*. Przygotowanie złącza, proces spawania powinny spełniać wymagania *Przepisów PRS* lub uznanych norm.

Wymagania zawarte w niniejszej *Publikacji* mają zastosowanie do rurociągów klas I i II, eksploatowanych w temperaturze otoczenia lub w podwyższonych temperaturach i wykonanych z następujących gatunków stali:

- stali węglowych i węglowo-manganowych, których minimalna wytrzymałość na rozciąganie ( $R_m$ ) wynosi 320, 360, 410, 460 i 490 MPa,
- niskostopowych stali węglowo-molibdenowych, chromowo-molibdenowych, chromowo-molibdenowo-wanadowych o następującym składzie chemicznym: 0,3Mo; 1Cr-0,5Mo; 2,25Cr-1Mo; 0,5Cr-0,5Mo-0,25V.

Wg uznania PRS wymagania te mogą mieć również zastosowanie do rurociągów klasy III i do robót spawalniczych przy naprawach rurociągów.

Rurociągi instalacji schładzania ładunku eksploatowane w temperaturze poniżej  $-40^{\circ}\text{C}$  podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

### 2.2 Uzgodnienie technologii spawania

Technologie spawania rurociągów klas I i II podlegają uzgodnieniu z PRS.

Technologia spawania powinna zawierać wszystkie dane konieczne do wykonania spoiny odpowiedniej jakości. Przed przystąpieniem do spawania zakład powinien uzyskać uznanie na podstawie przeprowadzonych prób. Próby powinny uwzględniać:

- technologie spawania,
- materiały podstawowe,
- materiały dodatkowe,
- przygotowanie brzegów,
- pozycje spawania.

Warunki wykonywania prób powinny być zbliżone do warunków produkcyjnych.

Zakres badań nieniszczących podano w punkcie 3.

Z każdego połączenia należy wykonać:

- próby rozciągania,
- próby zginania (1 – z rozciągającym licem, 1 – z rozciąganą granią lub 1 próba zginania bocznego).

PRS może wymagać próby makrozglądu z badaniem twardości, próby udarności Charpy V w spoinie i strefie wpływu ciepła. W odniesieniu do stali stopowych PRS może wymagać analizy chemicznej materiału spoiny.

Jeżeli nie postanowiono inaczej, wyniki prób rozciągania powinny odpowiadać wymaganiom dla materiału rodzimego.

Próbę zginania należy wykonywać trzpieniem gnącym równym czterokrotnej grubości próbki o kąt 180°. Pęknięć o długości do 3 mm, które powstały na powierzchni próbki i nie powiększyły się przy dalszym zginaniu, nie należy brać pod uwagę.

PRS może w całości lub częściowo odstąpić od prób uznaniowych, jeżeli zostaną mu przedstawione materiały określające własności złączy spawanych, pozwalające uznać złącze za zadowolające.

### 2.3 Urządzenia spawalnicze i personel

Rurociągi powinny być wykonywane przez zakłady mające niezbędne do tego celu urządzenia, wykwalifikowany personel oraz opanowany proces technologiczny do ich wykonywania.

### 2.4 Przygotowanie brzegów do spawania

Przygotowanie brzegów należy wykonywać zgodnie z uznanymi normami i/lub zatwierdzonymi rysunkami.

Zaleca się przygotowanie brzegów przy pomocy obróbki mechanicznej. Jeżeli stosuje się cięcie płomieniowe, należy usunąć zgorzelinę i nierówności za pomocą szlifowania lub skrawania do czystego metalu.

### 2.5 Montaż rurociągu

Jeżeli nie uzgodniono z PRS inaczej, to należy przy spawaniu zachować tolerancje ustawienia rur w osi jak podano w tabeli 1.

**Tabela 1**

Średnica wewnętrzna rury [mm]	Grubość ścianki rury, $t$ [mm]	Dopuszczalne przesunięcie osi rur [mm]
Przy spawaniu na podkładce pierścieniowej średnicy i grubości ścianek rur bez ograniczeń		0,5
< 150	$\leq 6$	1,0 lub $t/4$ należy przyjąć wielkość mniejszą
< 300	$\leq 9,5$	1,5 lub $t/4$ należy przyjąć wielkość mniejszą
$\geq 300$	$> 9,5$	2,0

**Uwaga:**

Dla rurociągów klasy III można, za zgodą PRS, odstąpić od powyższych tolerancji ustawiania w osi.

Spoiny szepne powinny być wykonane za pomocą elektrod stosowanych do spawania materiału rodzimego; spoiny szepne należy wykonać zgodnie z uznaną procedurą.

Jeżeli technologia spawania rur wymaga podgrzewania wstępnego, to takie samo podgrzewanie zaleca się stosować przy szepianiu.

### 2.6 Podgrzewanie wstępne

Podgrzewanie wstępne poszczególnych gatunków stali zależy od ich grubości i składu chemicznego – patrz tabela 2.

W przypadku konieczności osuszania należy stosować wymagania jak dla podgrzewania wstępnego.

Dane zawarte w tabeli 2 dotyczą wymagań w przypadku stosowania elektrod niskowodorowych; jeżeli używa się elektrod innych niż niskowodorowe, należy stosować wyższe temperatury podgrzewania.

**Tabela 2**

Gatunek stali		Grubość części grubszej [mm]	Minimalna temperatura podgrzewania [°C]
C i C-Mn z równoważnikiem węgla	$C + Mn/6 \leq 0,4$	$\geq 20^{2)}$	50
	$C + Mn/6 > 0,4$	$\geq 20^{2)}$	100
0,3Mo		$> 13^{2)}$	100
1Cr-0,5 Mo		$< 13$	100
		$\geq 13$	150
2,25Cr-1Mo i 0,5Cr-0,5Mo-0,25V <sup>1)</sup>		$< 13$	150
		$\geq 13$	200

**Uwagi:**

- 1) Dla rurociągów z tych stali o grubości ścianek do 6 mm podgrzewanie wstępne może być pominięte, jeśli twardość na przekrojach połączeń spawanych wykonanych w ramach uznania zakładu nie przekracza wielkości akceptowanych przez PRS.
- 2) Przy spawaniu w temperaturach otoczenia niższych od 0°C minimalną temperaturę podgrzewania wstępnego ustala się w zależności od grubości ścianki wg instrukcji uzgodnionych z PRS.

## 2.7 Obróbka cieplna po zginaniu i spawaniu

Obróbka cieplna nie może pogarszać własności materiału; dla wykazania poprawności obróbki należy wykonać odpowiednie badania. Wskazane jest, aby obróbka cieplna była przeprowadzona w odpowiednich piecach wyposażonych w urządzenia do rejestrowania temperatury. PRS może wyrazić zgodę na wykonanie miejscowej obróbki cieplnej na podstawie uzgodnionej technologii.

Zginanie na gorąco powinno być generalnie wykonywane w zakresie temperatur od 850°C do 1000°C, przy czym w trakcie procesu – dla wszystkich gatunków – temperatura może ulec obniżeniu do 750°C.

Jeżeli zginanie na gorąco wykonywane jest w zakresie temperatur od 850°C do 1000°C, to obowiązują następujące zasady:

- dla stali węglowych, węglowo-manganowych i molibdenowej obróbka cieplna po zginaniu nie jest wymagana,
- dla stali chromowo-molibdenowych i chromowo-molibdenowo-wanadowych wymagana jest obróbka cieplna zgodnie z tabelą 3.

Jeżeli zginanie na gorąco wykonywane jest w temperaturach niższych niż podano wyżej, to wymagana jest obróbka cieplna dla wszystkich gatunków stali zgodnie z Tabelą 4.

Po zginaniu na zimno, jeśli  $r \leq 4D$  (gdzie  $r$  jest promieniem gięcia,  $D$  – zewnętrzną średnicą rury) należy wykonać pełną obróbkę cieplną zgodnie z informacjami podanymi w tabeli 4. W każdym przypadku należy przeprowadzić wyżarzanie odprężające zgodnie z tabelą 3 dla wszystkich stali poza stalami węglowymi i węglowo-manganowymi o minimalnej wytrzymałości na rozciąganie,  $R_m$ , równej 320, 360, 410 MPa.

Wyżarzanie odprężające po spawaniu, z wyjątkiem spawania gazowego, należy prowadzić w zależności od gatunku stali i grubości materiału zgodnie z wymaganiami podanymi w tabeli 3.

Zakresy temperatur podane w tabeli 3 są zgodne z ogólnie przyjętą praktyką. Zakres maksymalnej i minimalnej temperatury powinien być uzgodniony z PRS.

Przy wyżarzaniu odpężającym należy rurociąg podgrzewać wolno i równomiernie do temperatury wyżarzania podanej w tabeli 3. Czas wygrzewania w temperaturze wyżarzania powinien wynosić 1 godz. na 25 mm grubości, lecz nie mniej niż 0,5 godz. Po wyżarzaniu rurociąg wolno chłodzić razem z piecem do temp. 400°C, a dalsze schładzanie może być przeprowadzone na wolnym powietrzu.

W każdym przypadku temperatura odpężania nie może być wyższa niż  $t_T - 20$  [°C], gdzie  $t_T$  jest temperaturą końcową obróbki materiału.

**Tabela 3**

Gatunek stali	Grubość części grubszej [mm]	Temperatura, w której należy wykonywać odpężającą obróbkę cieplną [°C]
C i C-Mn	$\geq 15^{1)3)}$	550 do 620
0,3 Mn	$\geq 15^{1)}$	580 do 640
1Cr-0,5 Mo	$> 8$	620 do 680
2,25Cr-1Mo i 0,5Cr-0,5Mo-0,25V	dowolna <sup>2)</sup>	650 do 720

**Uwagi:**

- 1) Dla stali, dla których wymagane jest badanie udarowości Charpy V w niskich temperaturach, grubość, powyżej której wyżarzanie powinno być stosowane, należy uzgodnić z PRS.
- 2) Można zaniechać wykonywania obróbki cieplnej po spawaniu rur o grubości ścianek  $\leq 8$  mm, średnicy  $\leq 100$  mm, które eksploatowane są w temperaturze co najmniej 450°C.
- 3) Dla stali węglowych i węglowo-manganowych wyżarzanie odpężające dla rurociągów o grubości ścianek do 30 mm, po uzgodnieniu z PRS, może być pominięte.

Jeżeli nie postanowiono inaczej, wymagane jest, aby po spawaniu acetylenowo-tlenowym była wykonana obróbka cieplna, określona w tabeli 4, w zależności od gatunku stali.

Zakresy temperatur podane w tabeli 4 są zgodne z ogólnie przyjętą praktyką. PRS może wymagać innych wartości górnej i dolnej temperatury.

**Tabela 4**

Gatunek stali	Obróbka cieplna i temperatura [°C]
C i C-Mn	Normalizowanie 880 do 940
0,3 Mo	Normalizowanie 900 do 940
1Cr-0,5Mo	Normalizowanie 900 do 960 Odpuszczanie 640 do 720
2,25Cr-1 Mo	Normalizowanie 900 do 960 Odpuszczanie 650 do 780
0,5Cr-0,5Mo-0,25V	Normalizowanie 930 do 980 Odpuszczanie 670 do 720



### 3 BADANIA NIENISZCZĄCE I KRYTERIA AKCEPTACJI

Złącza spawane rurociągów powinny być poddane badaniom wizualnym w 100% oraz innym badaniom nieniszczącym w zależności od klasy i typu złącza wg poniższych wymagań.

**Tabela 5**  
**Zakres kontroli nieniszczącej połączeń spawanych rurociągów**

Klasa rurociągu	Średnica zewnętrzna rury [mm]	Zakres kontroli w % złączy spawanych	
		wizualnej <sup>1)</sup>	radiograficznej lub ultradźwiękowej
I	≤ 75	100	10 <sup>2)</sup>
	> 75		100
II	≤ 100		wyrywkowo
	> 100		10 <sup>2)</sup>
III	Niezależnie od średnicy		wyrywkowo

**Uwagi:**

- 1) W miejscach wskazanych przez inspektora PRS, oprócz kontroli wizualnej należy przeprowadzić również kontrolę penetracyjną lub magnetyczną.
- 2) Jednak nie mniej niż jedno złącze wykonane przez danego spawacza.

PRS może zwiększyć zakres kontroli niezależnie od rodzaju materiału, metody spawania i zakresu kontroli podczas prefabrykacji.

W rurociągach klasy I złącza pachwinowe połączeń kołnierzowych powinny być badane metodą magnetyczną lub inną równoważną. W miejscach wskazanych przez inspektora PRS należy prowadzić badania magnetyczne lub inne równoważne.

Wg uznania PRS badania nieniszczące mogą być rozszerzone o badania ultradźwiękowe. Badania radiograficzne i ultradźwiękowe powinny być wykonywane wg uzgodnionych procedur przez operatora posiadającego odpowiednie kwalifikacje (np. wg PN-EN 473).

PRS może wymagać dostarczenia kompletnej dokumentacji dotyczącej badań radiograficznych lub ultradźwiękowych w celu ich uznania.

Badania magnetyczne powinny być wykonywane odpowiednim sprzętem i wg odpowiednich procedur; zawiesina stosowana do badań powinna pozwalać na wykrycie wad. PRS może wymagać przeprowadzenia badania sprawdzającego na próbce wzorcowej.

Złącza spawane powinny spełniać wymagania dla odpowiednich poziomów jakości uzgodnionych z PRS. Wszelkie wady niedopuszczalne powinny zostać satysfakcjonująco naprawione.