

DOŚWIADCZENIA PRZY SPAWANIU RÓŻNOIMIENNYCH ZŁĄCZY DOCZOŁOWYCH RUR ZE STALI MARTENZYTYCZNEJ THOR™ 115 ZE STAŁĄ W GATUNKU P92

Krzysztof Kwieciński¹, Michał Urzynieć², Hanna Purzyńska³, Marek St. Węglowski¹

¹ Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa

² ZELKOT Koszęcin

³ Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza

Wprowadzenie

Kluczowymi komponentami, których wykonanie i właściwości odgrywają istotną rolę dla nowoczesnych kotłów parowych są rurociągi, komory, przegrzewacze oraz ściany szelne. Elementy te pracują w wysokiej temperaturze oraz ciśnieniu, dlatego też muszą odznaczać się między innymi wysoką wytrzymałością na pełzanie. Od rur przegrzewaczy oraz przegrzewaczy wtórnych w szczególności wymaga się wytrzymałości na zmęczenie cieplne, dobrej spawalności, wspomnianie już wytrzymałości na pełzanie oraz odporności na korozję i utlenianie. Zapotrzebowanie na stal, która odznaczałaby się dobrymi właściwościami antykorozyjnymi oraz odpornością na utlenianie i dobrą wytrzymałością na pełzanie, doprowadziło do opracowania w Japonii i USA stali o zawartości 12% chromu z dodatkiem molibdenu i wolframu oznaczonej jako P122. Europejską odpowiedzią na nowoczesne stale o zawartości 12% chromu jest opracowana przez Tenaris stal THOR™ 115 [1-4].

Przedmiot badań

Przedmiotem badań były różnoimienne złącza doczołowe rur (ø50,8 x 9,29 mm) wykonanych ze stali THOR™ 115 z rurami wykonanymi ze stali X10CrWMoVNB9-2 (Grade 92). Skład chemiczny obu materiałów wyszczególniono w tabelicy 1. Rury zostały przyspawane z GTAW w pozycji 5G pod górę w ZELKOT Koszęcin.

Zawartość pierwiastków chemicznych, %							
THOR™ 115							
C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	N	V
0,09	0,15	0,47	0,15	10,78	0,51	0,042	0,24
X10CrWMoVNB9-2 (Grade 92)							
0,10	0,22	0,48	0,16	8,99	0,46	0,05	0,16

Tabela 1. Skład chemiczny badanych stali wg MTR (Material Test Report)

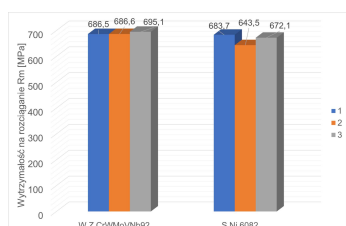
Wybór materiału dodatkowego do spawania jest zależny od składu chemicznego materiału podstawowego oraz warunków pracy połączeń. Spoiwa stosowane w procesach spawania powinny zapewniać skład chemiczny i właściwości spoiny jak najbardziej zbliżone do składu i właściwości łączonych materiałów.

W związku z tym, że nie ma dedykowanego materiału do spawania stali połączeń Thor™ 115, zastosowano dwa różne stopiwa: W Z CrWMoVNB92 i S Ni 6082.

Po spawaniu, złącza spawane poddano wyżarzaniu odprężającemu w temperaturze 760°C przez 60 minut. Następnie przeprowadzono badania nieniszczące (VT, PT i RT). Badania te zostały przeprowadzone z uwzględnieniem poziomu jakości B wg PN-EN ISO 5817. Po uzyskaniu pozytywnych wyników badań NDT pobrano próbki połączeń do badań niszczących. Zakres badań niszczących obejmował: próbę rozciągania, próbę zginania, próbę udarności, makro- i mikroskopowe badania metalograficzne oraz pomiary twardości.

Wyniki badań

Próbę rozciągania złącza spawanego przeprowadzono w celu określenia wytrzymałości złącza spawanego na rozciąganie (Rm) oraz weryfikacji uzyskanych wyników ze względu na wymaganą minimalną wartość Rm dla materiału rodzimego (MR), która wynosi 620 MPa dla stali Thor™ 115 (określonej w przypadku kodu ASME 2890 i VdTÜV WB580). Badanie przeprowadzono zgodnie z wymaganiami norm PN-EN 6892-1. Testy przeprowadzono w temperaturze pokojowej. Uzyskane wyniki badań zestawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wyniki próby rozciągania złączy doczołowych rur ze stali Thor™ 115 ze stałą X10CrWMoVNB9-2 (Grade 92) wykonanych przy użyciu różnych materiałów dodatkowych do spawania.

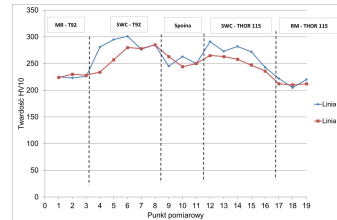


Rys. 2. Wyniki próby udarności

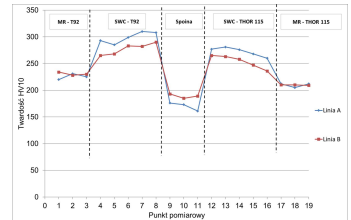
Próbę udarności przeprowadzono w temperaturze otoczenia +20°C na próbkach z nacięciem karbem Charpy V w spoinie, linii wtopienia oraz w strefie wpływu ciepła. Badania przeprowadzono na próbkach o zmniejszonym przekroju (5x10 mm). Uzyskane wyniki zestawiono na rysunku 2.

Próbę zginania z rozciąganiem lica oraz grani spoiny wykonano w temperaturze pokojowej. Uzyskane podczas badań wyniki spełniły wymagania norm (brak rys i pęknięć).

Pomiary twardości. Zgodnie z wymaganiami norm maksymalna twardość dla stali martenzytycznych po obróbce cieplnej po spawaniu nie powinna przekraczać 350 HV10. Wyniki otrzymanych pomiarów zestawiono na rysunkach 3 i 4.

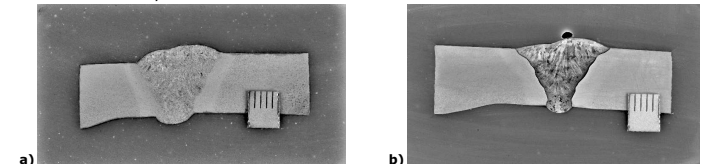


Rys. 3. Wyniki pomiaru twardości. Materiał dodatkowy: W Z CrWMoVNB92



Rys. 4. Wyniki pomiaru twardości. Materiał dodatkowy: S Ni 6082

Badania metalograficzne makroskopowe i mikroskopowe przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 17639. Jako kryterium oceny przyjęto poziom jakości B wg normy PN-EN ISO 5817, które zostało spełnione dla wszystkich wykonanych złączy. Wyniki w postaci zdjęć makrostruktury złączy doczołowych przedstawiono na rysunku 5, natomiast wyniki w postaci zdjęć i opisów struktur występujących w charakterystycznych strefach złącza spawanego zestawiono w tabelicy 2.



Rys. 5. Wyniki badań metalograficznych makroskopowych. Materiał dodatkowy: a) W Z CrWMoVNB92 i b) S Ni 6082

W Z CrWMoVNB92		
THOR™ 115 SWC martenzyt odpuszczony	Spoina martenzyt odpuszczony	X10CrWMoVNB9-2 (Grade 92) SWC martenzyt odpuszczony
S Ni 6082		
THOR™ 115 SWC austenit + martenzyt odpuszczony	Spoina austenit	X10CrWMoVNB9-2 (Grade 92) SWC austenit + martenzyt odpuszczony

Tabela 2. Zestawienie wyników badań metalograficznych mikroskopowych.

Wnioski

- Złącza doczołowe rur wykonane ze stali Thor™ 115 i X10CrWMoVNB9-2 (Grade 92), spawane metodą TIG charakteryzują się wysoką jakością, co potwierdzają otrzymane wyniki badań zarówno niszczących jak i nieniszczących.
- Zastosowanie spoiwa S Ni 6082 umożliwiło uzyskanie bardzo dobrych wyników połączeń spawanych. Strefa odwęglona jest bardzo wąska, co korzystnie wpływa na właściwości eksploatacyjne złącza.

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować TenarisDalmine we Włoszech i Silcotube w Rumunii za dostarczenie stali Thor™ 115, firmie ZELKOT w Koszęcinie za wykonanie złączy spawanych oraz Łukasiewicz - Instytut Spawalnictwa i Łukasiewicz - Instytut Metalurgii Żelaza za możliwość przeprowadzenia badań.



Kontakt:
mgr inż. Krzysztof Kwieciński
Łukasiewicz - Instytut Spawalnictwa
ul. Błogosławionego Czesława 16-18
44-100 Gliwice
tel.: +48 32 33 58 304
www.is.lukasiewicz.gov.pl
krzysztof.kwiecinski@is.lukasiewicz.gov.pl

63. MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA SPAWALNICZA

18-20 PAŹDZIERNIKA 2022 r. | KATOWICE



www.konferencja.is.gliwice.pl

www.expowelding.pl



SPAWALNICTWO
W SIECI NOWYCH MOŻLIWOŚCI

