

DOŚWIADCZENIA PRZY SPAWANIU NOWEJ GENERACJI STALI MARTENZYTYCZNEJ THOR®115

Krzysztof Kwieciński¹, Kamil Kubik¹, Michał Urzyniok², Antonella Ferrara³, Valentina Barsan³

¹ Łukasiewicz - Instytut Spawalnictwa, Gliwice, Polska

² ZELKOT, Koszęcin, Polska

³ Tenaris, Dalmine, Italy

Wprowadzenie

Kluczowymi komponentami, których wykonanie i właściwości odgrywają istotną rolę dla nowoczesnych kotłów parowych są rurociągi, komory, przegrzewacze oraz ściany szczelne. Elementy te pracują przy wysokich temperaturach 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, wspomnianej już wytrzymałości na pełzanie oraz odporności na korozję i utlenianie. Zapotrzebowanie na stal, która odznaczałaby się dobrymi własnościami 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 odpowiedź na nowoczesne stale o zawartości 12% chromu jest opracowana przez Tenaris stal THOR®115.

Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań były złącza doczołowe rur ze stali Thor®115 wyprodukowanej przez Tenaris Dalmine S.P.A., o średnicy zewnętrznej 50,8 mm i grubości ścianek 10,1 mm, której skład chemiczny podano w tabelicy 1.

Celem pracy było opracowanie wstępnej technologii wykonywania złączy doczołowych rur ze stali Thor®115 spawanych metodą TIG (141).

Oznaczenie Pierwiastków	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	N	V	Ti	Nb	P	S
Zawartość pierwiastka w%	0,09	0,15	0,47	2,75	0,15	10,78	0,51	0,042	0,24	0,002	0,034	0,016	0,002

Tabela 1. Analiza składu chemicznego badanej stali Thor 115

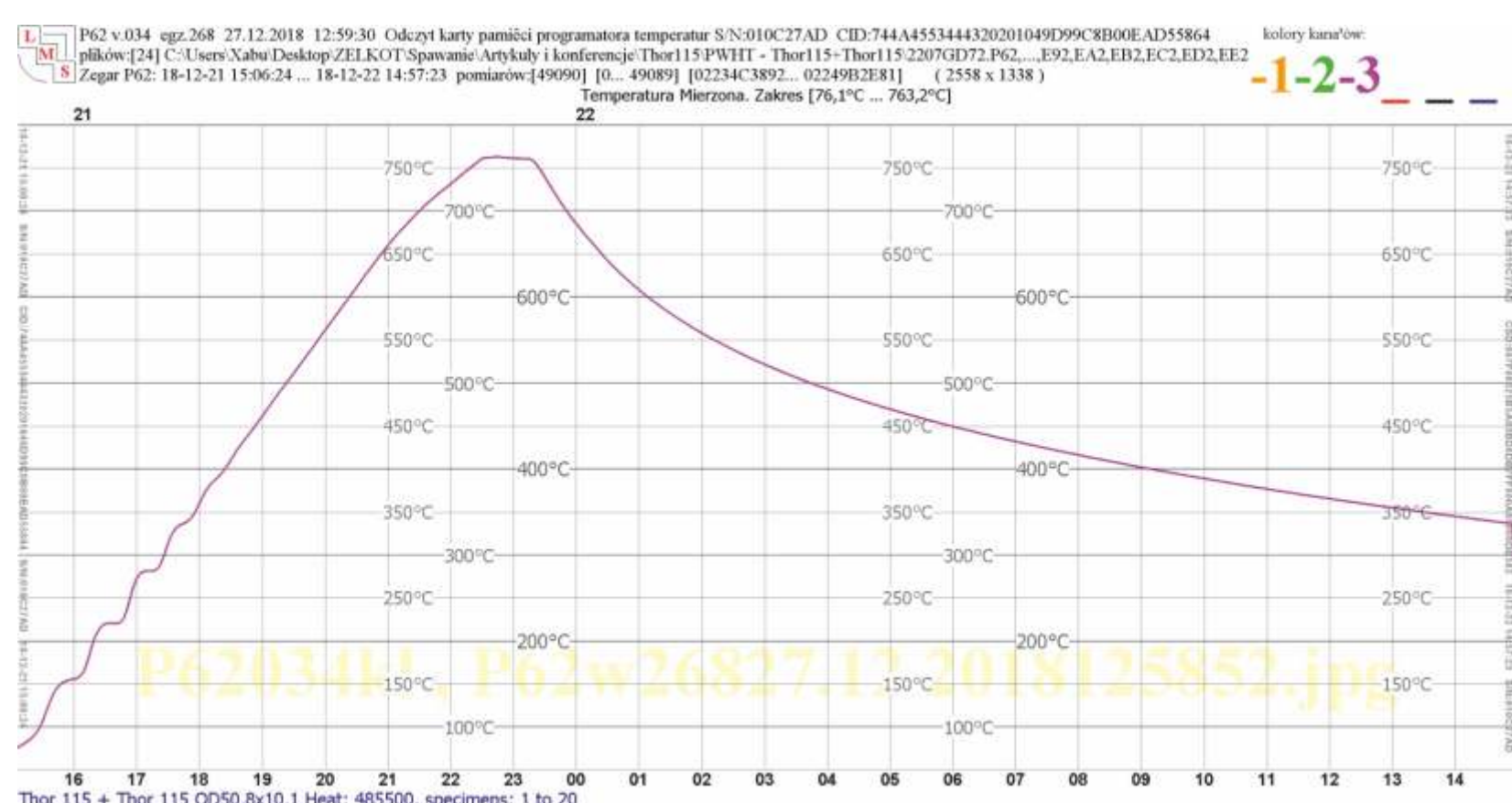
Złącza spawane

Złącza wykonano metodą TIG (141) w pozycji PH (5G z dołu do góry wg ASME). Ze względu na to, że obecnie nie ma specjalnego materiału dodatkowego do spawania stali Thor®115, firma Tenaris zaleca zastosowanie materiału przeznaczonego do stali w gatunku 91 – W CrMo91. W celu sprawdzenia wpływu różnych materiałów dodatkowych na jakość otrzymanych złączy, w ramach pracy zastosowano również dwa inne materiały dodatkowe – S Ni 6082 oraz EPRI 87. W tabelicy 2 zestawiono składy chemiczne zastosowanych materiałów.

Po spawaniu, zgodnie z zaleceniami producenta rur, złącze poddano wyżarzaniu odprężającemu w temperaturze 760°C przez okres 60 minut (rys. 1).

Gatunek	Skład chemiczny %										
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	Ti	V	Al	Fe
W CrMo91	0.09	0.51	0.25	9.0	0.63	0.94	0.052	-	0.22	-	rest
S Ni 6082	0.035	2.99	0.08	20.0	rest	-	2.42	0.35	-	-	1.27
EPRI P87	0.11	1.55	0.16	8.52	rest	2.02	1.09	-	-	-	38.8

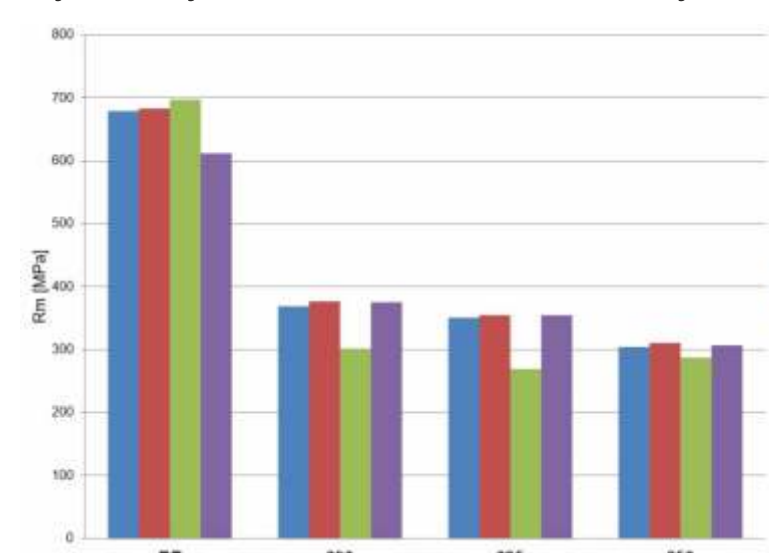
Tabela 2. Wykaz zastosowanych materiałów dodatkowych



Rys. 1. Cykl cieplny wyżarzania odprężającego złączy spawanych ze stali Thor®115

Wyniki badań

Próbę rozciągania złącza spawanego przeprowadzono w celu określenia wytrzymałości złącza spawanego na rozciąganie (R_m) oraz weryfikacji uzyskanych wyników ze względu na wymaganą minimalną wartość R_m dla materiału rodzimego (MR), która wynosi 620 MPa dla stali Thor 115 (określona przez normę ASTM). Próby wykonano zarówno w temperaturze pokojowej, jak i w temperaturach podwyższonych: 600, 625, 650°C. Otrzymane wyniki badań przedstawiono na rysunku 2.



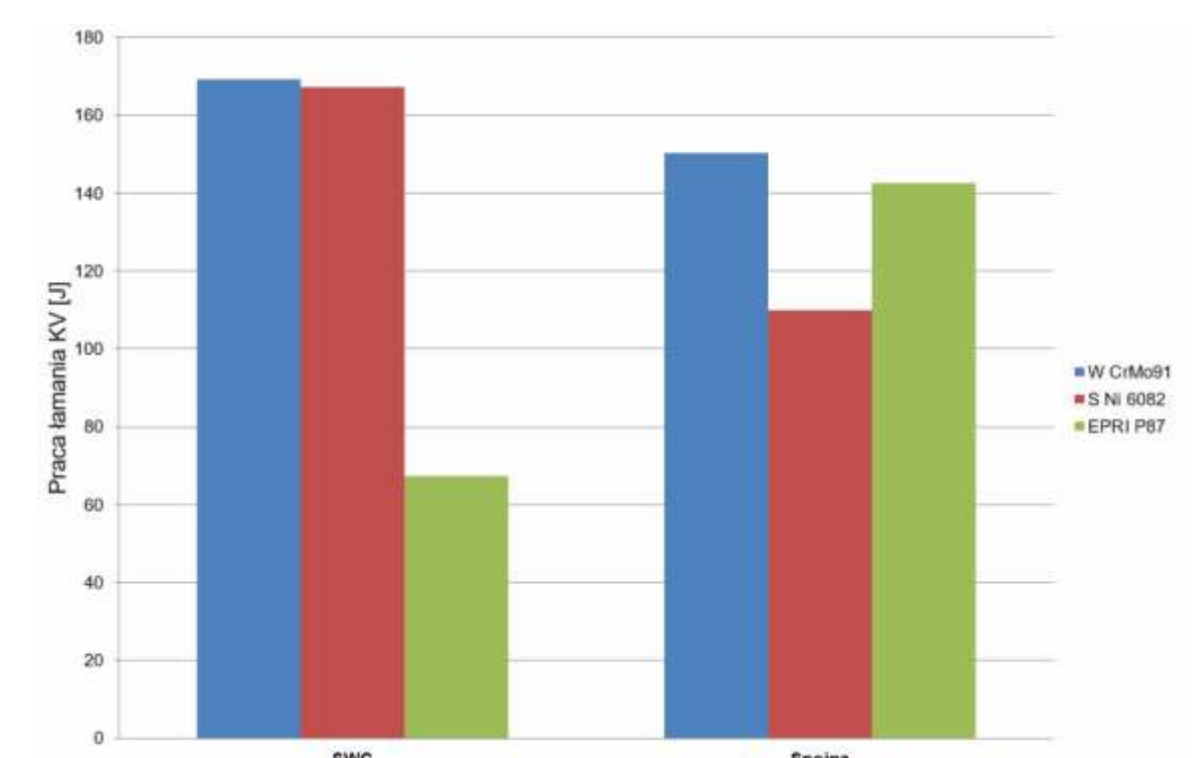
Rys. 2. Wyniki statycznej próby rozciągania złączy doczołowych rur ze stali Thor®115

Próbę udatności przeprowadzono w temperaturze otoczenia +20°C na próbkach z naciętym karbem Charpy V w spoinie, linii wtopienia oraz w strefie wpływu ciepła. Otrzymane wyniki przedstawiono na rysunku 3.

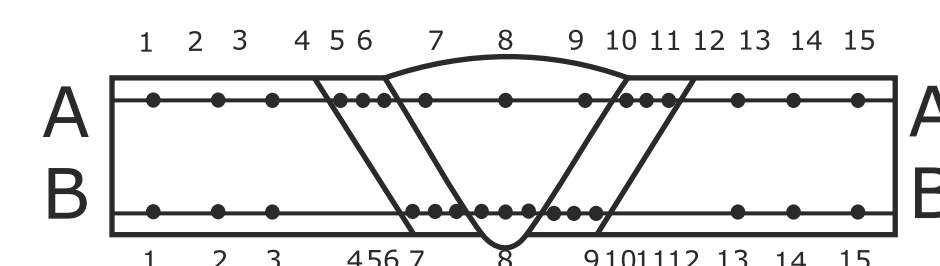
Próbę zginania z rozciąganiem lica oraz grani spoiny wykonano w temperaturze pokojowej. Uzyskane podczas badań wyniki spełniają wymagania normy (brak rys i pęknięć).

Pomiary twardości. Zgodnie z wymaganiami norm maksymalna twardość dla stali martenzytycznych po obróbce cieplnej po spawaniu powinna nie przekraczać 350 Hv10.

Schematyczne rozmieszczenie linii i punktów pomiarowych twardości przedstawiono na rysunku 4, a wyniki pomiarów dla złącza jednorodnego ze stali Thor®115 zestawiono w tabelicy 3.



Rys. 3. Wyniki próby udatności



Rys. 4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych twardości w badanych złączach spawanych

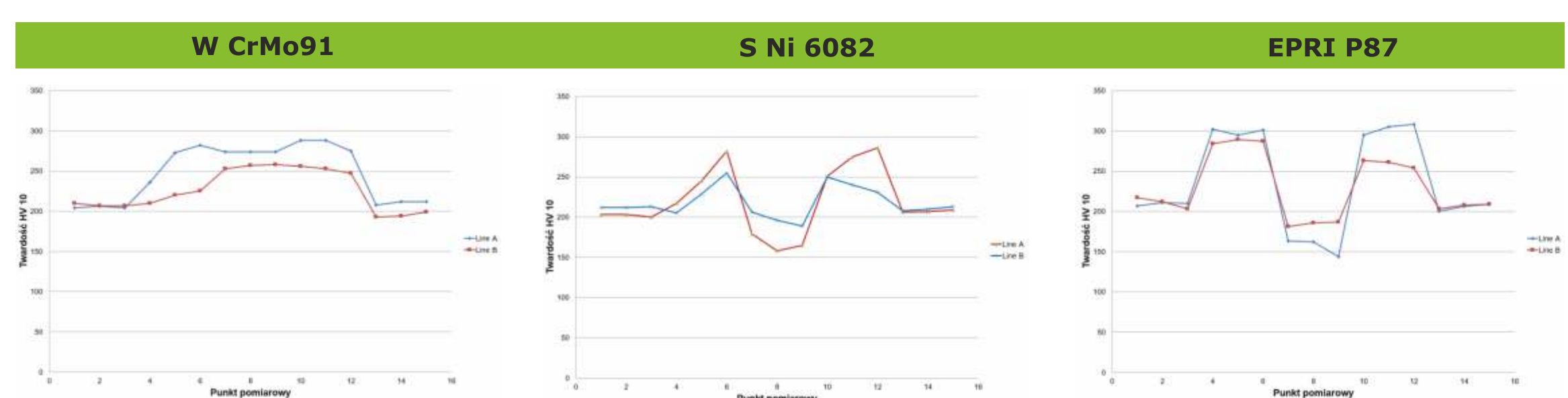


Tabela 3. Wyniki pomiaru twardości

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 złączy próbnych. Wyniki w postaci zdjęć makrostruktury złączy doczołowych zestawiono w tabelicy 4, natomiast wyniki w postaci zdjęć i opisów struktur występujących w charakterystycznych strefach złącza spawanego zestawiono w tabelicy 5.



Tabela 4. Zestawienie wyników badań metalograficznych makroskopowych

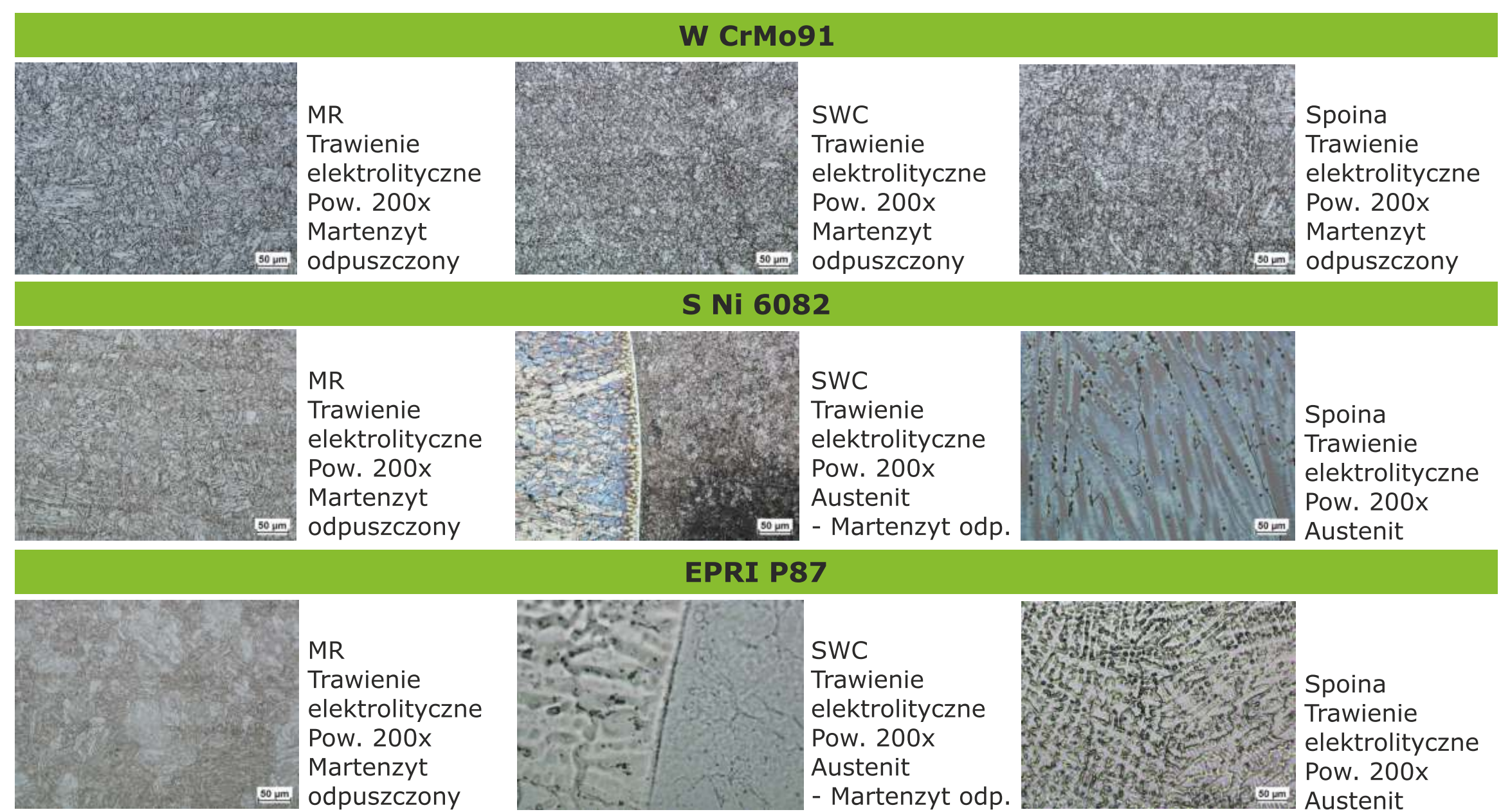


Tabela 5. Zestawienie wyników badań metalograficznych mikroskopowych

Wnioski

- Złącza spawane wykonane ze stali THOR®115 spawane metodą TIG w pozycji PH charakteryzowały się wysoką jakością wykonania przy użyciu wszystkich materiałów dodatkowych, co zostało potwierdzone przeprowadzonymi badaniami niszczącymi.
- Złącza wykonane ze stali THOR®115 posiadają własności wytrzymałościowe zbliżone do innych, stosowanych obecnie stali martenzytycznych (T/P91, VM12-SHC).
- W celu potwierdzenia przydatności badanej stali do użytkowania, planowane jest przeprowadzenie zaawansowanych badań mikroskopowych oraz prób pełzania. Badania te umożliwią dokładniejszą analizę wykonanych połączeń oraz potwierdzą ich przydatność na skalę przemysłową.
- Problemem wydaje się dostępność specjalnego materiału dodatkowego do spawania (firma Tenaris zaleca stosowanie materiału do stali starszej generacji W CrMo91). Zastosowanie tego materiału klasyfikuje złącza ze stali Thor®115 na poziomie stali T/P91.



Łukasiewicz - Instytut Spawalnictwa
Bl. Czesława 16-18 | 44-100 Gliwice
tel: +48 32 33 58 200 | fax: +48 32 231 46 52
www.is.gliwice.pl | e-mail: is@is.gliwice.pl



62.

**MIĘDZYNARODOWA
KONFERENCJA
SPAWALNICZA**

Nowoczesne spawalnictwo
- nowoczesna przyszłość



INTERNATIONAL CONGRESS

Konferencji towarzyszy
Kongres Międzynarodowego
Instytutu Spawalnictwa (IIW)

