



Poniżej zaprezentowano wyniki badań technologicznych spawania elektrodą topliwą prądem o zmiennej biegunowości stali HCT 600 X z powłoką typu cynk-żelazo, oznaczoną ZF 100 RBO. Przedstawiono wyniki badań własności mechanicznych i strukturalnych połączeń spawanych. Przeanalizowano wpływ udziału składowej ujemnej w przebiegu prądu spawania na jakość połączeń, w tym na głębokość wtopienia i szerokość SWC.

Charakterystyka i zastosowanie stali HCT600X ZF100 RBO

Stal HCT600X ZF 100 RBO jest przeznaczona do obróbki plastycznej na zimno. Minimalna wytrzymałość na rozciąganie wynosi 600 MPa. Struktura materiału podstawowego składa się z drobnoziarnistego ferrytu poligonalnego lub iglastego z „wyspami” martenzytu (5-40%). W strukturze zaobserwować można także niewielkie ilości austenitu szczątkowego.

Stal HCT cechuje się znaczną różnicą wytrzymałości i granicy plastyczności ($R_{p0,2}=350$ MPa), dzięki temu doskonale nadaje się do formowania wzdłużnego. Materiał ten jest swoistego rodzaju kompozytem, w skład którego wchodzi wytrzymały i twardy martenzyt oraz ciągliwy ferryt. Własności stali zależne są od stosunku ilościowego tych faz i wielkości ziaren ferrytu. Materiał został dodatkowo pokryty powłoką ze stopu cynku i żelaza, cechującą się podwyższoną jakością. Powłoka ta została naniesiona w wyniku zanurzenia wyrobu stalowego w kąpeli zawierającej co najmniej 99% cynku. Materiał ten wykorzystywany jest w przemyśle samochodowym, zastępując stale miękkie i konwencjonalne stale wysokowytrzymałe. Zastosowanie stali HCT w konstrukcjach spawanych pozwala na stworzenie wytrzymałego szkieletu przy jednoczesnym obniżeniu jego masy.

Gatunek stali	Umowna granica plastyczności $R_{p0,2}$ (MPa) Min	Wytrzymałość na rozciąganie R_m (MPa) Min	Wydłużenie A_{80} (%) Min
HCT 600X ZF 100 RBO	350	600	16
Wyniki badań złączy	-	580-630	-

HCT 600X ZF 100 RBO	C % max	Si % max	Mn % max	P % max	S % max	Cr % max	Al % max
	0,12	0,30	1,66	0,02	0,004	0,50	0,020

Badania mikroskopowe

W celu określenia wpływu ilości składowej ujemnej w przebiegu prądowym na budowę strukturalną strefy wpływu ciepła wykonano szereg napoin przy różnych nastawach tego parametru. Każda napoina została zrobiona na osobnej próbce o wymiarach 50 x 100 mm, wykonanej z blachy o grubości 2 mm ze stali HCT 600X ZF 100 RBO.

W trakcie prób stosowano stałe parametry technologiczne, zmieniano jedynie wartość współczynnika udziału składowej ujemnej.



Tablica 1. Mikrostruktura oraz wynik pomiaru szerokości SWC dla nastawy neutralnej udziału składowej ujemnej. Powiększenie x 25. Trawienie Nital.

W badaniach zastosowano drut elektrodowy PN-EN ISO 14341-A-G3Si1 o średnicy 1,0 mm i 1,2 mm. Gazem osłonowym w zależności od stosowanej metody spawania była mieszanka 82% Ar +18% CO₂, dla metody spawania AC Pulse, natomiast dla wariantu spawania Cold Process (CP) była to mieszanka 92 % Ar+8% CO₂. W trakcie trwania procesu stosowano stały przepływ gazu osłonowego 12l/min.

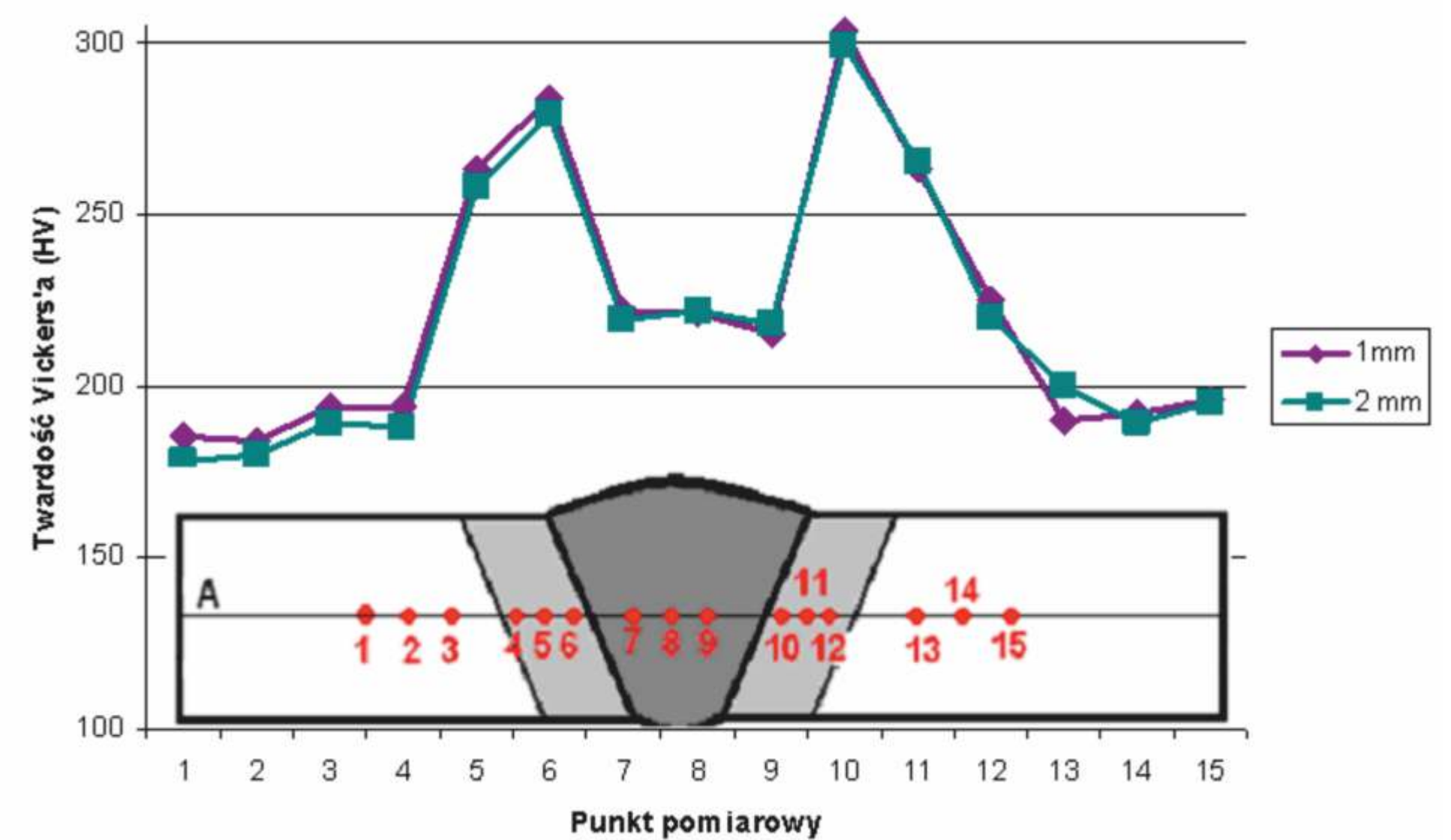
Badania technologiczne spawania wysokowytrzymałej stali HCT 600X ZF 100 RBO elektrodą topliwą prądem o zmiennej biegunowości

Autorzy:
mgr inż. Agnieszka Kiszka, dr inż. Tomasz Pfeifer

Metoda spawania	Struktura materiału rodzimego	Struktura SWC	Struktura spoiny
AC Pulse	Ferryt + martenzyt	Martenzyt + niewielkie ilości bainitu + niewielkie ilości ferrytu ziarnistego	Bainit + ferryt gruboziarnisty na granicach ziarn byłego austenitu
Cold Process	Ferryt + martenzyt	Martenzyt + niewielkie ilości bainitu + niewielkie ilości ferrytu ziarnistego	Bainit + ferryt gruboziarnisty na granicach ziarn byłego austenitu
Standardowy łuk pulsujący	Ferryt + martenzyt	Martenzyt + bainit + bardzo niewielkie ilości ferrytu	Bainit + gruboziarnisty ferryt na granicach ziarn byłego austenitu

Tablica 2. Rezultaty obserwacji mikroskopowych dla wybranych połączeń ze stali HCT 600 X ZF 100 RBO

Własności mechaniczne połączeń Badania twardości



WNIOSKI

- Zastosowanie innowacyjnych niskoenergetycznych metod spawania prądem ze zmienną biegunowością do łączenia stali HCT 600X ZF 100 RBO z powłoką typu cynk-żelazo umożliwia uzyskanie złączy o dobrej jakości i własnościach mechanicznych z blach o grubościach od 0,8 do 2 mm.
- Użycie prądu o zmiennej biegunowości oraz odpowiednio dobrane parametry technologiczne pozwoliły na uzyskanie wysokojakościowych połączeń z minimalnym uszkodzeniem warstwy ochronnej.
- Odpowiedni dobór warunków procesu umożliwił ponadto zminimalizowanie, bądź całkowite wyeliminowanie rozprysku.
- Badania technologiczne pozwoliły na opracowanie pola parametrów umożliwiających wykonywanie złączy niedopasowanych ze szczeliną nawet do 1,0 mm.

Kontakt:
Instytut Spawalnictwa
Zakład Technologii Spawalniczych

ul. Bł. Czesława 16-18
44 - 100 Gliwice
tel.: 32 33 58 225, -229; fax: 32 33 58 302
www.is.gliwice.pl, is@is.gliwice.pl