

ROZPAD AUSTENITU PRZECHŁODZONEGO WYSOKOWĘGLOWEGO STALIWA CHROMOWEGO

M. PRZYBYŁ¹, A. STUDNICKI², S. JURA³.

Katedra Odlewnictwa, Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Śląskiej
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

W pracy przeprowadzono badania dylatometryczne na czterech wytopach staliwa chromowego (6÷22 %Cr), poddanych austenitzacji w 1000 °C i chłodzonych z dziewięcioma szybkościami. Z otrzymanych dylatogramów wyznaczono charakterystyczne temperatury przemian fazowych austenitu przechłodzonego, które posłużyły do wykreślenia krzywych CTPc. Stwierdzono istotny wpływ zawartości chromu na przebieg krzywych CTPc.

Key words: chromium cast steel, dilatometric analysis, continuous TTT diagram

1. WPROWADZENIE

Odlewnicze stopy żelaza zawierające znaczne ilości chromu to tworzywo o szerokim różnorodnym zastosowaniu przemysłowym [1,2,3]. Zarówno wysokowęglowe staliwo chromowe, jak i żeliwo chromowe cechuje się przede wszystkim wysoką odpornością na ścieranie w temperaturze otoczenia i podwyższonej, przy jednoczesnej dobrej odporności korozyjnej. Zużycie ściernych materiałów jest poważnym problemem zarówno technologicznym jak i ekonomicznym. Problem ten jest szczególnie widoczny w przypadku elementów urządzeń gdy zużycie ściernych następuje w wyniku oddziaływania mineralnych materiałów ziarnistych o dużej twardości w trakcie ich transportu lub rozdrabniania. Decydujące znaczenie w wytwarzaniu odlewów o wysokiej odporności na ścieranie ma skład chemiczny i proces krystalizacji staliwa chromowego. Jednak w pełni wykorzystane własności tego tworzywa zostaną tylko po zastosowaniu właściwej obróbki cieplnej, nadającej optymalną strukturę stopu.

¹ dr inż. sekrm3@polsl.gliwice.pl

² dr inż. ajstud@polsl.gliwice.pl

³ prof.dr hab. inż. sekrm3@polsl.gliwice.pl

Tworzywa te z uwagi na bardzo szeroki zakres stężeń chromu mogą cechować się istotnymi różnicami w zachowaniu się austenitu przechłodzonego [4]. Stąd w pracy podjęto próbę wykreślenia krzywych rozpadu austenitu przechłodzonego przy chłodzeniu ciągłym (krzywe CTPc) staliwa wysokowęglowego zawierającego 6÷22 %Cr.

2. CEL PRACY I MATERIAŁ DO BADAŃ

Celem pracy było określenie wpływu szybkości chłodzenia na rozpad austenitu przechłodzonego staliwa wysokowęglowego o zmiennym udziale chromu oraz próbę wykreślenia wykresów CTPc.

Badania przeprowadzono na czterech wytopach staliwa o składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 1. Wytopy wykonano w Katedrze Odlewnictwa Politechniki Śląskiej w piecu indukcyjnym o pojemności 30 kg. Próbki (ø8x70 mm) do badań odlewano w formach skorupowych.

Tabela 1. Skład chemiczny badanego staliwa chromowego
Table 1. Chemical composition of chromium cast steel

Numer wytopu	Zawartość pierwiastków w % wag.					
	C	Cr	P	Si	Mn	S
1	1,57	11,20	0,035	0,18	0,23	0,020
2	1,52	6,27	0,031	0,14	0,16	0,025
3	1,5	22,59	0,031	0,36	0,23	0,025
7	1,46	5,79	0,031	0,55	0,35	0,025

3. PRZEBIEG BADAŃ

Badania obejmowały:

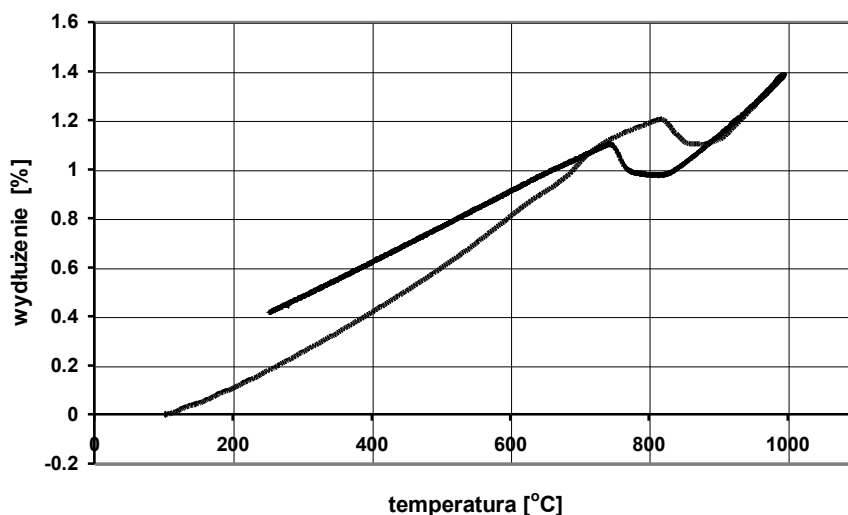
- przygotowanie próbek dylatometrycznych,
- przeprowadzenie badań dylatometrycznych,
- analizę otrzymanych krzywych dylatometrycznych (wyznaczenie charakterystycznych temperatur przemian fazowych),
- badania metalograficzne,
- opracowanie wykresów CTPc.

Badania dylatometryczne przeprowadzono na dylatometrze automatycznym DA-2 produkcji Z-TECH w Katedrze Odlewnictwa Politechniki Śląskiej stosując próbki o przekroju okrągłym ø6 mm i długości 30 mm. Nagrzewanie wszystkich próbek prowadzono z jednakową szybkością (1 °C/s) do temperatury austenitacji wynoszącej 1000 °C. Dla każdego wytopu zadawane były różne szybkości chłodzenia, umożliwiające zajście różnych przemian fazowych. Tak więc próbki chłodzono z następującymi szybkościami: 0.1; 0.5; 1; 1.3; 1.6; 2; 3; 5 i >5 °C/s.

4. WYNIKI BADAŃ

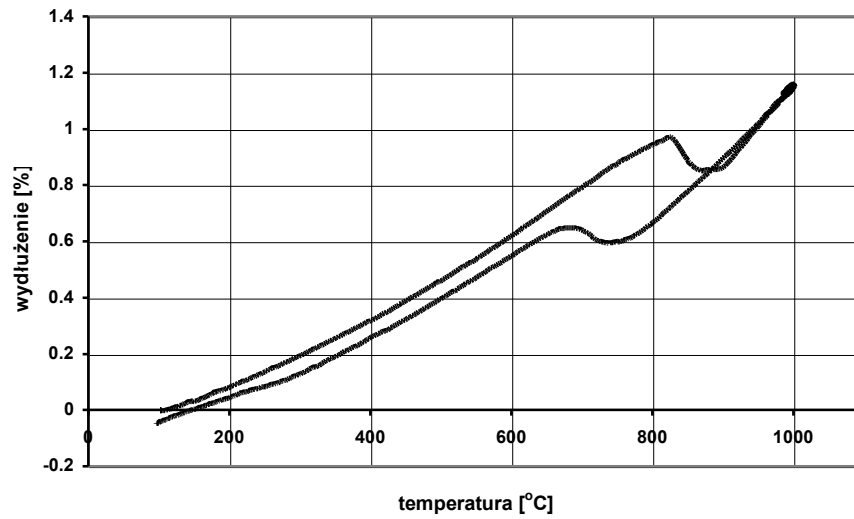
Wyniki badań dylatometrycznych przedstawiono w postaci dylatogramu, tj. zmiany długości próbki w % w funkcji temperatury nagrzewania i chłodzenia w °C dla każdego wytopu i wszystkich szybkości chłodzenia. Wybrane – przykładowe dylatogramy przedstawiono na rys.1÷4. Z krzywych dylatometrycznych wyznaczono charakterystyczne punkty określające temperatury początku i końca przemian fazowych. W celu dokładnego wyznaczenia omówionych punktów niezbędne było komputerowe powiększenie fragmentów dylatogramów oraz poprowadzenie stycznych do krzywej.

W celu wykreślenia wykresów CTPc sporządzono tabelę zależności temperatura-czas dla każdej szybkości chłodzenia na siatce logarytmicznej. Nanosząc wcześniej wyznaczone charakterystyczne temperatury przemian fazowych i uwzględniając wyniki badań strukturalnych wykreślono krzywe CTPc dla każdego wytopu – rys. 5÷8.

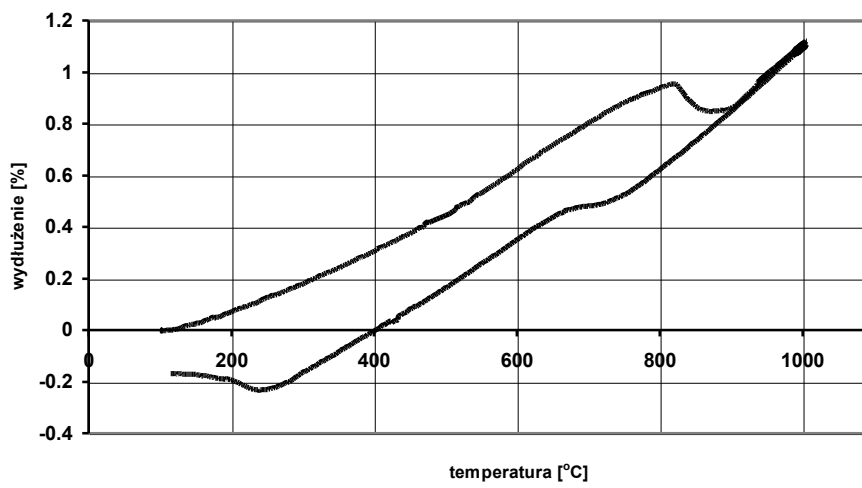


Rys.1. Dylatogram wytopu 1 – chłodzenie 0.1 °C/s

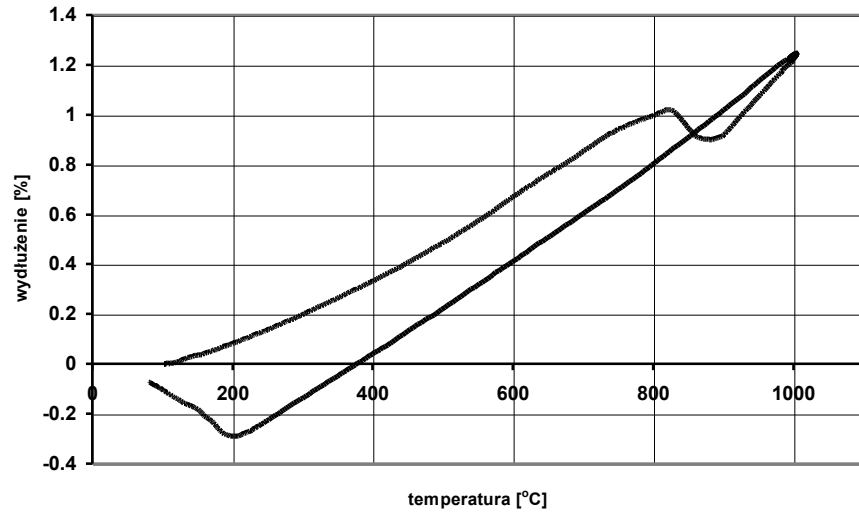
Fig.1. Dilatometric curve of melt 1 – cooling 0.1 °C/s



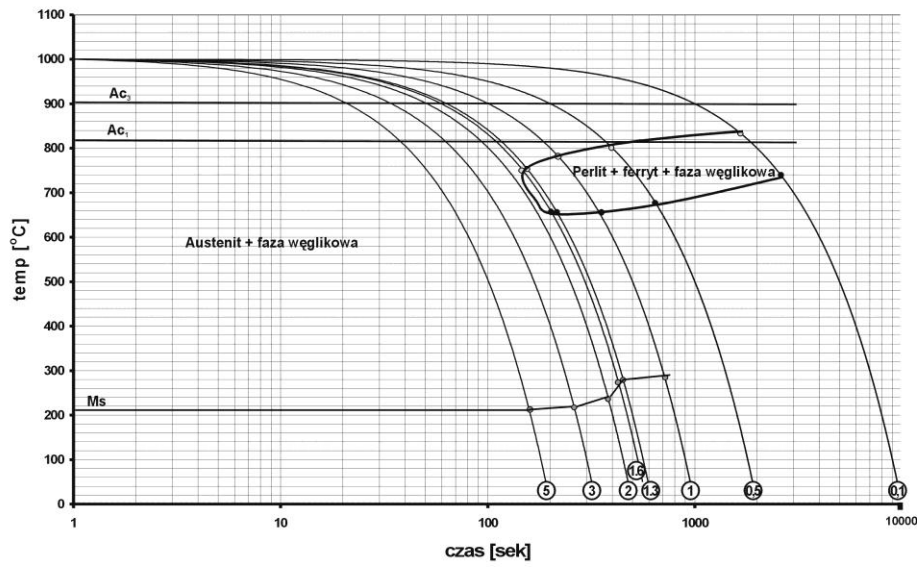
Rys.2. Dylatogram wytopu 1 – chłodzenie 1 °C/s
 Fig.2. Dilatometric curve of melt 1 – cooling 1 °C/s



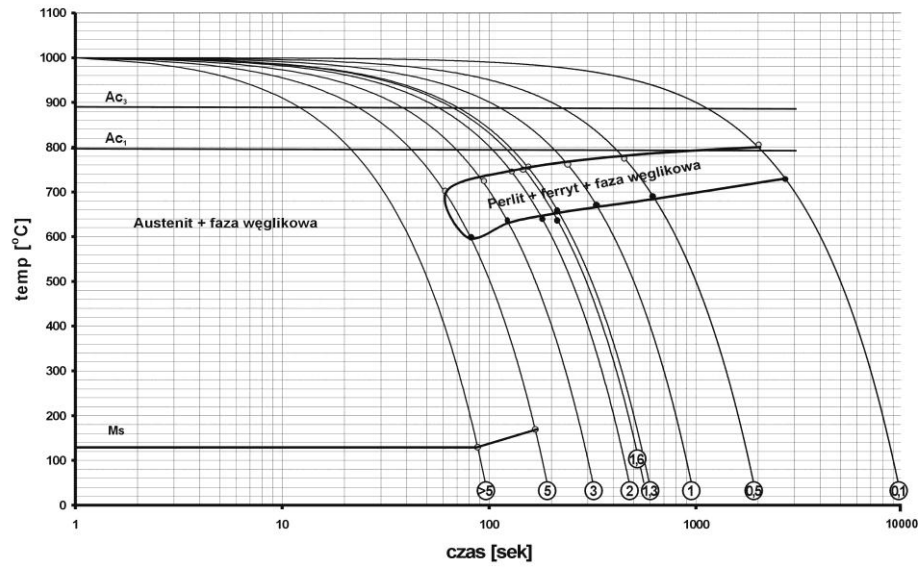
Rys.3. Dylatogram wytopu 1 – chłodzenie 1.6 °C/s
 Fig.3. Dilatometric curve of melt 1 – cooling 1.6 °C/s



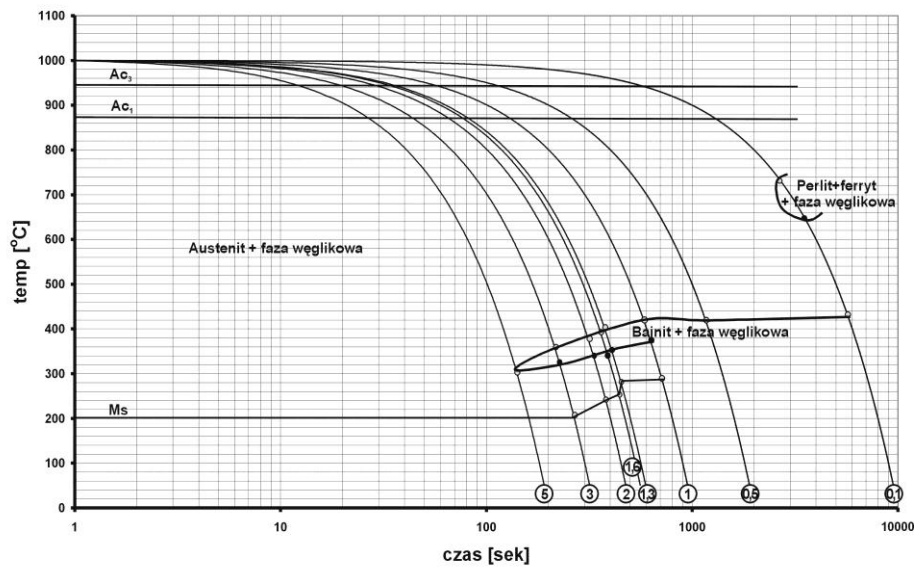
Rys.4. Dylatogram wytopu 1 – chłodzenie 3 °C/s
 Fig.4. Dilatometric curve of melt 1 – cooling 3 °C/s



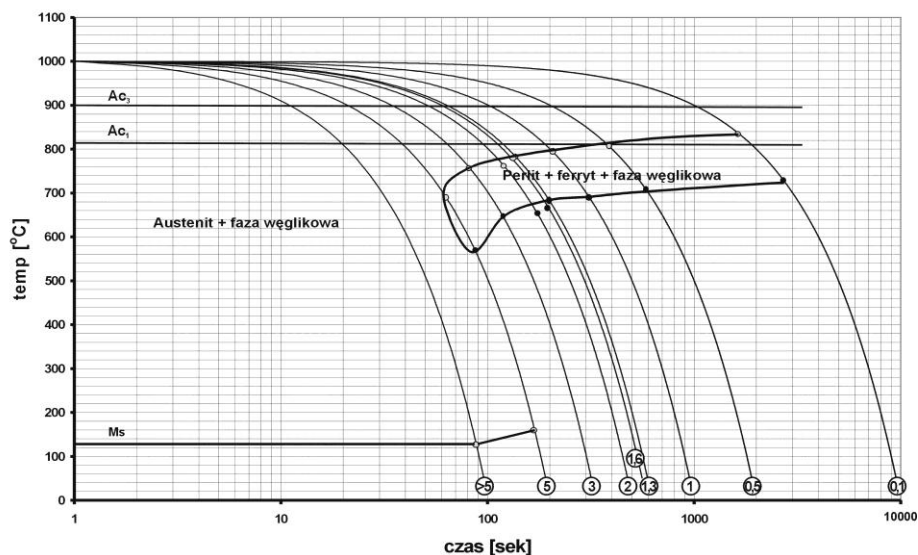
Rys.5. Wykres CTPc dla wytopu 1
 Fig.5. Continuous TTT diagram of melt 1



Rys.6. Wykres CTPc dla wytopu 2
 Fig.6. Continuous TTT diagram of melt 2



Rys.7. Wykres CTPc dla wytopu 3
 Fig.7. Continuous TTT diagram of melt 3



Rys.8. Wykres CTPc dla wytopu 7
 Fig.8. Continuous TTT diagram of melt 7

5. PODSUMOWANIE

Badania wykazały istotny wpływ chromu na przebieg krzywych dylatometrycznych zarówno przy nagrzewaniu jak i chłodzeniu. Nagrzewanie ze stanu surowego wytopów o niższej zawartości chromu do temperatury 1000°C powoduje wystąpienie wyraźnej przemiany $\alpha - \gamma$ zaobserwowanej na dylatogramach. Natomiast w wytopie wysoko chromowym przemiana ta w zasadzie nie występuje.

W wytopach zawierających 6 – 11% Cr szybkość chłodzenia w istotny sposób wpływa na rozpad austenitu przechłodzonego.

W próbkach o niskiej zawartości chromu ok. 6% chłodząc wytop w znacznym zakresie szybkości tj. do 0,1 do 3°C/sek. zachodzi przemiana austenitu przechłodzonego w zakresie temperatur 770 – 660°C. Wzrost szybkości chłodzenia do 5°C/sek. powoduje wystąpienie dodatkowo przemiany martenzytycznej, a przy maksymalnej szybkości chłodzenia zachodzi tylko przemiana martenzytyczna.

W wytopie średnio chromowym (11% Cr) przemiana martenzytyczna rozpoczyna się przy znacznie mniejszej szybkości chłodzenia niż w wytopach omówionych powyżej. Chłodzenie z prędkością 2°C/sek. zapewnia wystąpienie tylko przemiany martenzytycznej.

W przypadku badanego żeliwa wysokochromowego przemiana perlityczna jest jedynie „markowana” przy minimalnej szybkości chłodzenia. Chłodzenie z większą prędkością powoduje wystąpienie dwóch przemian austenitu przechłodzonego

rozpoczynających się poniżej 400°C. Przeprowadzenie dwu i więcej cykli nagrzewania i chłodzenia, z tą samą prędkością pozwala stwierdzić, że w wytopie tym przemiana austenitu następuje w większym udziale po kilkukrotnym cyklicznym nagrzewaniu (destabilizacja austenitu).

LITERATURA

- [1] Sakwa W., Jura S., Sakwa J.: *Odporne na ścieranie stopy żelaza*. Część I i II . Wyd. ZG STOP, Kraków 1980.
- [2] Podzucki Cz.: *Żeliwo. Struktura Właściwości Zastosowanie*. T.1 i 2, Wyd. ZG STOP, Kraków 1991.
- [3] Cypin I.I.: *Bielyje iznosostojkije czuguny – struktura i swojstwa*. Metalurgija, Moskwa 1983.
- [4] Maratray F., Usseglio-Nanot R.: Atlas. *Transformation Characteristics of Chromium and Chromium-Molybdenum White Irons*. Climax Molybdenum. Paris 1973.

DECOMPOSITION OF UNDERCOOLED AUSTENITE OF HIGH-CARBON CHROMIUM CAST STEEL

SUMMARY

In this paper dilatometric analysis of chromium cast steel (6±22 %Cr) has been presented. Cast steel after austenitizing 1000 °C and cooling rate (0.1; 0.5; 1; 1.3; 1.6; 2; 3; 5 i >5 °C/s.0) have been examined.

In conclusion we can state that chromium content in cast steel have essential influence on continuous TTT diagram.

Recenzował Prof. Józef Gawroński