



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - MATERIALS SCIENCE COMMITTEE
SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

11th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Wpływ ilości i morfologii austenitu nieprzemienionego na własności mechaniczne sferoidalnego żeliwa o osnowie bainitycznej (ADI)

W. Dziadur

Instytut Materiałoznawstwa i Technologii Metali Politechniki Krakowskiej
Al. Jana Pawła II 37a, 31-864 Kraków, Polska

Zbadano ilościowo wpływ składników strukturalnych osnowy bainitycznego sferoidalnego żeliwa (Austempered Ductile Iron-ADI) na jego własności mechaniczne. Różną strukturę badanego żeliwa (niestopowego jak i stopowego) otrzymywano podczas hartowania izotermicznego w zakresie temp. 400⁰ do 250⁰C. Zawartość nieprzemienionego austenitu żeliwa ADI korelowano z jego własnościami mechanicznymi, wyznaczonymi w próbie statycznego rozciągania, udarnośći i twardości.

1. WPROWADZENIE

Do najczęściej stosowanych w technice materiałów odlewniczych, należy wysokojakościowe żeliwo sferoidalne. Spowodowane jest to faktem, że jego własności mechaniczne są zbliżone do stali NSPW (a niekiedy je przewyższają), natomiast koszt wytworzenia odlewu jest przeważnie znacznie niższy od analogicznego detalu ze stali. Zakres stosowalności żeliwa sferoidalnego poszerza wprowadzenie do niego dodatków stopowych względnie zastosowanie obróbki cieplnej. Wpływ w/w czynników na własności wysokojakościowego żeliwa sferoidalnego w większości przypadków związany jest z procesem grafityzacji i rodzajem osnowy metalowej (ściśle powiązanej ze stopniem rozdrobnienia produktów przemiany austenitu).

Zastosowanie do omawianego żeliwa zabiegu w postaci izotermicznego hartowania, umożliwia znaczny wzrost jego własności wytrzymałościowych (w ekstremalnym przypadku blisko trzykrotny), przy zachowaniu niezbędnej ciągliwości [1,2]. Wzmiankowany efekt uzyskuje się głównie dzięki obecności w osnowie bainitu (z pewną ilością martenzytu) oraz nieprzemienionego austenitu. Szczególną rolę w omawianym przypadku odgrywa austenit nieprzemieniony (którego zawartość, w zależności od warunków hartowania może zmieniać się w granicach od 10 – 50 %)[2]. Obecność w osnowie bainitycznego żeliwa sferoidalnego (ADI) nieprzemienionego austenitu stwarza możliwość optymalizowania jego własności mechanicznych.

Celem niniejszej pracy było poznanie roli austenitu nieprzemienionego w kształtowaniu własności mechanicznych bainitycznego żeliwa sferoidalnego zarówno niestopowego jak i stopowego.

2. METODYKA BADAŃ

Do badań użyto dwóch gatunków sferoidalnego żeliwa: niestopowe (600-3; wyprodukowane w Odlewni Żeliwa EE S.A. Zawiercie) oraz stopowe (700-2; odlane w Przemysłowym Instytucie Odlewnictwa w Krakowie). Oba gatunki żeliwa odlane zostały w postaci wlewków próbnych YII, których skład chemiczny zamieszczono w tablicy 1.

Tablica 1

Skład chemiczny badanego żeliwa w % masowych.

Rodzaj	Skład chemiczny [%]							
	C	Si	Mn	S	P	Mg	Ni	Cu
niestopowe	3,70	2,78	0,122	0,01	0,045	0,042		
stopowe	3,60	2,50	0,30	0,01	0,006	0,05	1,50	0,70

Dla badanego żeliwa zastosowano następujące parametry OC: austenitzowanie 900 °C /2h oraz hartowanie izotermiczne w temp.: 250⁰, 300⁰, 350⁰ i 400⁰C przez okres 2h. Po tym czasie próbki schładzano w oleju. Proces izotermicznego hartowania prowadzono w kąpeli solnej z dokładnością ± 2⁰C.

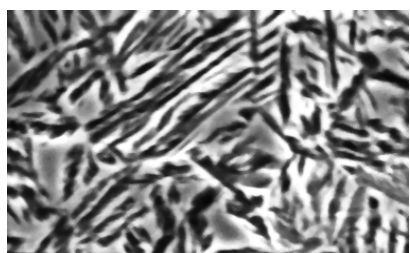
Ilościową ocenę składników strukturalnych osnowy badanego żeliwa, po każdym wariacie OC, przeprowadzono przy wykorzystaniu skaningowych mikrofotografii, wykonanych przy powiększeniu 5000x. Przykładowe mikrostruktury osnowy żeliwa odpowiadające skrajnym przypadkom morfologii tzn. bainitowi górnemu i dolnemu, odpowiednio przedstawiono na Rys. 1 i 2. Z uwagi na fakt, że w szeregu przypadków ziarna austenitu – pomimo głębokiego trawienia – nie wykazywały konturu zamkniętego, uzyskane mikrofotografie należało binaryzować, a obliczenia należało wykonywać na drugim składniku strukturalnym tj. bainicie (z martenzytem) [3]. Do ilościowych obliczeń użyto metody komputerowej analizy obrazu, z wykorzystaniem oprogramowania stereologicznego Aphelion. Prezentowane na Rys. 3 i 4 wyniki obliczeń udziału objętościowego austenitu nieprzemienionego stanowią średnią wartość z pomiarów co najmniej 3000 ziarn.

Zgodnie z przyjętym celem w pracy określano podstawowe własności mechaniczne badanego żeliwa wyznaczone w próbie statycznego rozciągania- na próbkach pięciokrotnych z główkami gwintowanymi - (R_{0,2}, R_m, A5 i Z), pomiary twardości metodą Rockwella oraz udarności, którą wykonano na standardowych próbkach z karbem Charpy V.

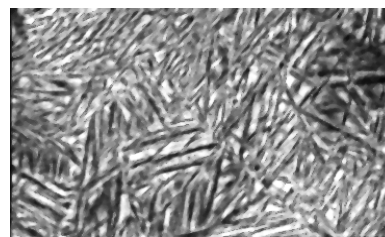
3. WYNIKI BADAŃ

Badane wysokojakościowe żeliwo sferoidalne niezależnie od zastosowanej temperatury hartowania izotermicznego posiada strukturę osnowy o dominującym udziale bainitu z martenzytem, z różną ilością nieprzemienionego austenitu (Rys.1 i 2). Udział poszczególnych składników strukturalnych – bez względu na gatunek żeliwa – jest determinowany temperaturą zabiegu hartowania izotermicznego. Wyższym temperaturom zabiegu hartowania izotermicznego zawsze towarzyszy większa zawartość nieprzemienionego austenitu o pierzastym ułożeniu ferrytu (bainit górny) z nieznaczną ilością martenzytu (Rys. 1.). Wraz z

obniżeniem temperatury OC wzajemne relacje składników struktury ulegają zmianie: zmniejsza się ilość nieprzemienionego austenitu, wzrasta ilość martenzytu oraz ferryt bainityczny przyjmuje iglastą postać (bainit dolny - Rys. 2.). W przypadku badanego żeliwa ADI – w zależności od temperatury OC – zawartość nieprzemienionego austenitu, bez względu na rodzaj żeliwa zawiera się od około 18% do 40%.



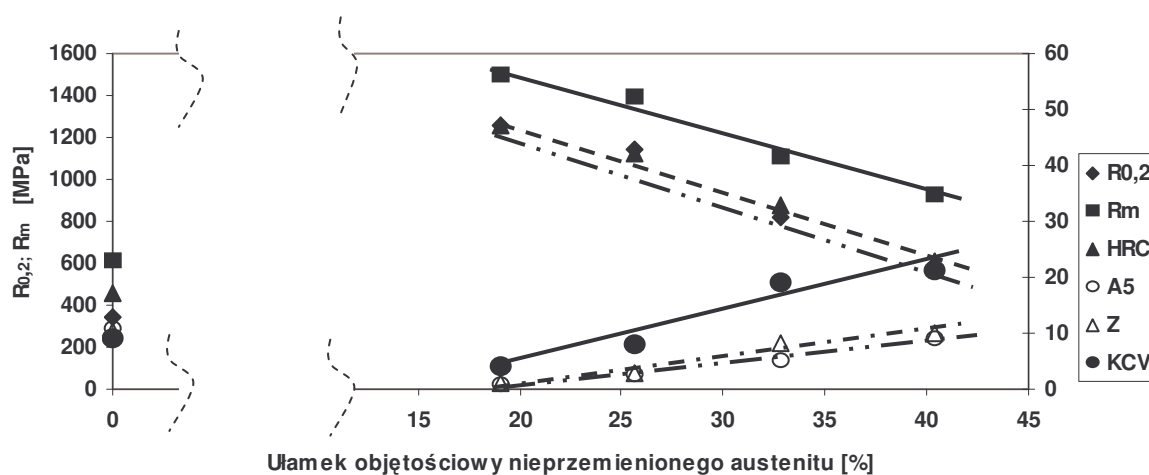
2 μm



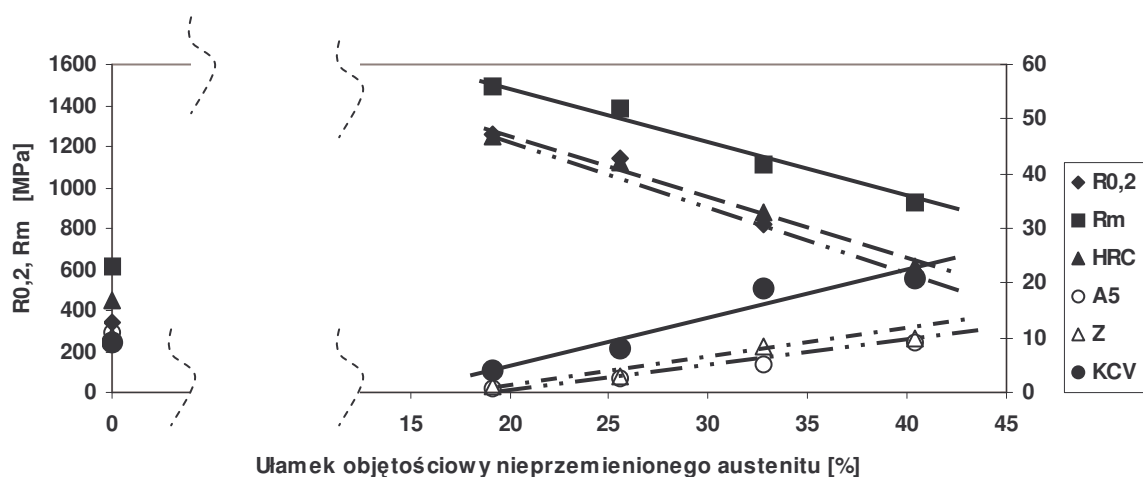
Rys. 1. Struktura żeliwa niestopowego ADI; hartowanie izotermiczne 400⁰C – 2h

Rys. 2. Struktura żeliwa niestopowego ADI; hartowanie izotermiczne 250⁰C – 2h

Stwierdzonym zmianom w mikrostrukturze żeliwa ADI towarzyszy istotna zmiana jego własności mechanicznych. Niezależnie od gatunku żeliwa ADI obserwuje się liniową zależność oznaczanych własności mechanicznych od zawartości nieprzemienionego austenitu (Rys. 3 i 4).



Rys. 3. Zależność badanych własności mechanicznych niestopowego żeliwa ADI od ilości nieprzemienionego austenitu



Rys. 4. Zależność badanych własności mechanicznych stopowego żeliwa ADI od ilości nieprzemienionego austenitu

4. PODSUMOWANIE

W świetle przeprowadzonych kompleksowych badań i uzyskanych wyników, można stwierdzić, że w efekcie odpowiednio przeprowadzonej OC można uzyskać strukturę (bainityczno - austenityczną) osnowy żeliwa ADI z góry określoną ilością nieprzemienionego austenitu, mającą wpływ na jego własności mechaniczne.

LITERATURA

1. B. Kovacs: AFS Transactions V. 99 (1991) 281.
2. S. Dymski: Zeszyty Naukowe ATR Bydgoszcz, 1999.
3. K. Miernik, R. Bogucki, A. Gondek, W. Dziadur: Mater. XXX Szkoły Inż. Materiałowej (w druku).