27/14

Archives of Foundry,
Year 2004, Volume 4, № 14
Archiwum Odlewnictwa,
Rok 2004, Rocznik 4, Nr 14
PAN – Katowice PL ISSN 1642-5308

WPŁYW AZOTU NA STRUKTURĘ, TWARDOŚĆ I ZUŻYCIE ŚCIERNE ŻELIWA CHROMOWEGO

J. KILARSKI[1]
Zakład Odlewnictwa
Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wpływ azotu na strukturę, twardość i zużycie ścierne żeliwa chromowego. Azot w postaci gazowej wprowadzano do kąpieli metalowej przez 2, 4 i 6 minut odlewając każdorazowo próbki. W wyniku badań okazało się, że azot jako pierwiastek stopowy stabilizuje w próbkach odlewanych osnowę austenityczną, czego przejawem jest stosunkowo niska twardość i odporność na zużycie ścierne. Natomiast po hartowaniu notuje się wzrost twardości i wyraźne zmniejszenie zużycia ściernego.

Key words: chromium cast iron, nitrogen, hardness, abrasiv wear

1. WPROWADZENIE

Azot od zawsze towarzyszy procesom metalurgicznym, co wynika chociażby z jego obecności w atmosferze pieca. Stosowany jest również do intensyfikacji procesów pozapiecowych takich jak odsiarczanie czy nawęglanie, lecz tu traktowany jest jako nośnik dodatków. Jednak jako gaz ogólnie uważany jest za niepożądany z uwagi na możliwość zagazowania odlewów. Inaczej traktowany bywa w obróbce cieplno-chemicznej. Aktualnie azotowanie stanowi szeroką gamę zabiegów obróbki finalnej stopów metali, stosowanych w celu uzyskania twardej i odpornej na ścieranie warstwy wierzchniej lub zwiększenia odporności na korozję. To oddziaływanie wzbudziło zainteresowanie azotem jako pierwiastkiem stopowym i dziś stosowany bywa (choć jeszcze z dużymi oporami) jako dodatek do stopów odpornych na korozję zastępując częściowo nikiel. Przykładem może być stal nierdzewna na wszczepy dla chirurgii, gdzie azot stanowi 0,1-0,2%. Notuje się również próby wykorzystania właściwości tego pierwiastka w produkcji stopów żaroodpornych. Z uwagi na tworzenie azotków i

[1] *dr inż. sekrmt3@zeus.polsl.gliwice.pl*

węglikoazotków nasuwa się przypuszczenie o jego korzystnym wpływie na rozdrobnienie struktury, a także na wzrost twardości i odporności na ścieranie, stąd próba sprawdzenia jego oddziaływania w żeliwach chromowych.

2. CEL, ZAKRES I PRZEBIEG BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu azotu na strukturę, twardość i zużycie ścierne żeliwa chromowego.

Żeliwo o zawartości 15%Cr od wielu lat stosowane jest na odlewane części maszyn, jednak jego odporność na ścieranie nie w pełni już satysfakcjonuje odbiorców. Dlatego też podejmowane są próby podwyższenia odporności na ścieranie tego żeliwa różnymi zabiegami, a jedną z nich jest zastosowanie azotu jako pierwiastka stopowego.

Do badań wytypowano żeliwo chromowe o składzie: **2,71% C, 15.91% Cr 0,51% Ni, 0,28% Mo, 0,72% Si**. Proces topienia przeprowadzono w piecu indukcyjnym o poj.15kg. Po roztopieniu gazowy azot uprzednio przepływający przez jonizator kierowano do kąpieli metalowej za pomocą zanurzonej lancy z końcówką wykonaną ze szkła kwarcowego. Azot wprowadzano przez dwie, cztery i sześć minut, o natężeniu przepływu 15l/min. każdorazowo zalewając formę z próbkami. W wyniku tego otrzymano zestaw próbek oznaczając je odpowiednio Cr15/N2, Cr15/N4, Cr15/N6. Dla celów porównawczych odlano również próbki bez azotu oznaczając je Cr15.

Z uwagi na pojawienie się osnowy austenitycznej w wyniku azotowania przeprowadzono dwustopniową obróbkę cieplną polegającą na wygrzaniu próbek przez 8h w temperaturze 500°C, a następnie nagrzanie do 950°C i hartowanie w powietrzu. Wszystkie próbki zarówno hartowane jak i nie poddano badaniom twardości i ścieralności (tabela1) oraz obserwacjom metalograficznym (rys.1 i 2). Twardość wykonano metodą Rockwella (HRC), natomiast badania ścieralności przeprowadzono na urządzeniu Skoda-Savine stosując przeciwpróbkę wykonaną z węglika spiekanego o średnicy 30mm.

Pozostałe parametry badań były następujące:

- prędkość obrotowa v=1000 obr./min.,
- obciążenie F=10kg,
- czas trwania cyklu s=5 minut.

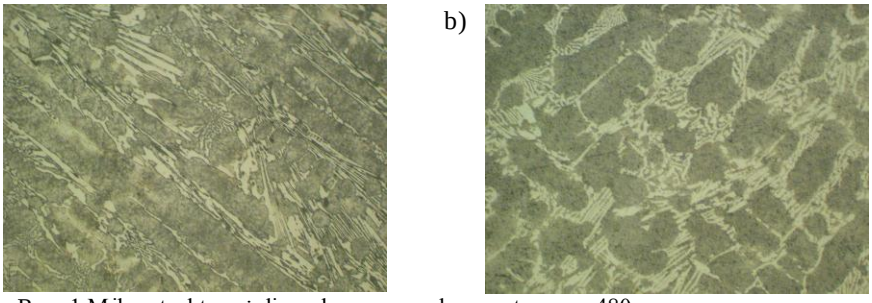
Wielkość zużycia mierzono za pomocą układu optycznego, następnie z tablic odczytywano objętość zużycia (V_L), a wskaźnik zużycia (bezwymiarowy) obliczano z wzoru.

$$K = \frac{V_L}{F \cdot s}$$

Tabela 1. Zestawienie wyników badań.
Table 1. Tabulation of research results

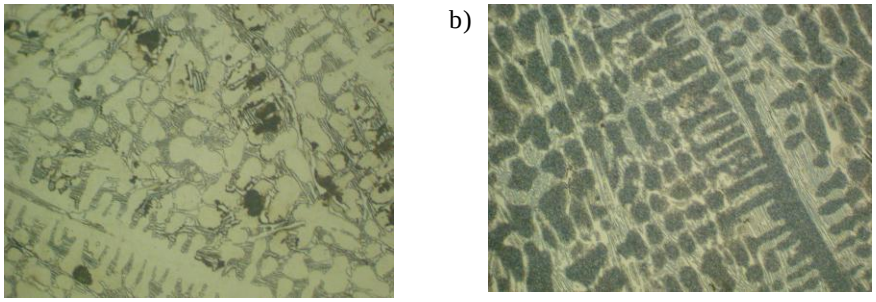
Stop	Próbka	Średnia twardość HRC	Średni wskaźnik wielkości zużycia K	Rodzaj osnowy
Cr15	0	59,28	11,53 $x10^{-3}$	perlit
	0a	65,06	11,46 $x10^{-3}$	martenzyt
Cr15/N2	1	50,75	8,77 $x10^{-3}$	austenit, perlit
	1a	63,78	8,30 $x10^{-3}$	martenzyt
Cr15/N4	2	51,87	9,25 $x10^{-3}$	austenit, perlit
	2a	66,30	2,07 $x10^{-3}$	martenzyt
Cr15/N6	3	46,25	16,89 $x10^{-3}$	austenit
	3a	63,81	2,22 $x10^{-3}$	martenzyt

a) b)



Rys. 1 Mikrostruktura żeliwa chromowego bez azotu, pow.480x
a) stan po odlaniu – węgliki chromu w osnowie perlitycznej
b) struktura hartowana – węgliki w osnowie martenzytycznej
Fig.1 Microstructure of chromium cast iron free of nitrogen, magn. 480x
a) strukture of casting –carbide in matrix perlite
b) structure of hardening – carbide in matrix martensite

a) b)



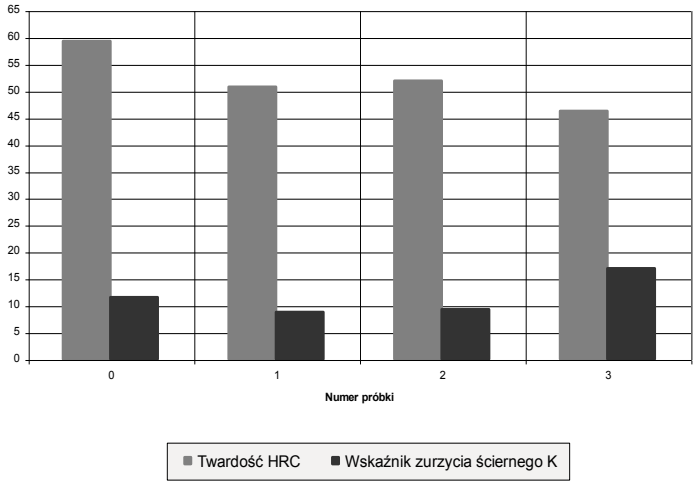
Rys. 2 Mikrostruktura żeliwa chromowego azotowanego Cr15/N6, pow.480x
a) stan po odlaniu – węglikoazotki w osnowie austenitycznej
b) struktura hartowana – węglikoazotki w osnowie martenzytycznej
Fig.2 Microstructure of chromium cast iron whit nitrogen Cr15/N6, magn.480x
a) structure of casting – carbonitride in matrix austenite
b) structure of hardening – carbonitride in matrix martensite

3. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ I PODSUMOWANIE

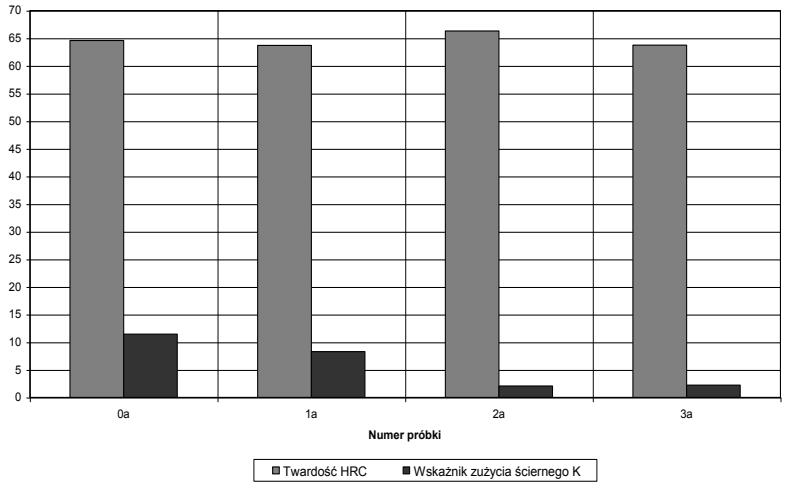
Podjęta w badaniach próba azotowania za pomocą jonizatora pozwala na wprowadzenie atomowego azotu do kąpieli metalowej. Potwierdzeniem rozpuszczalności azotu w żeliwie chromowym jest zwiększający się udział osnowy austenitycznej (kosztem perlitycznej) wraz z wydłużeniem czasu wprowadzania azotu (rys.1i 2). Wyrazem tego jest spadek twardości z 59HRC przy osnowie perlitycznej do 46HRC w próbkach najdłużej azotowanych. Wraz ze spadkiem twardości zwiększa się zużycie ścierne (rys.3).

W przypadku próbek obrabianych cieplnie, mamy do czynienia z sytuacją diametralnie różną od poprzedniej. Twardość wszystkich próbek jest wysoka i wynosi 63-66 HRC co świadczy o pojawieniu się osnowy martenzytycznej. Mimo zbliżonej twardości próbki wykazują znaczne różnice w zużyciu ściernym do tego stopnia, że żeliwo azotowane Cr15/N4 i Cr15/N6 w stosunku do wyjściowego charakteryzuje się nawet 4-krotnym zmniejszeniem zużycia (rys.4)

Z przeprowadzonej analizy wyników badań można wnioskować o widocznym wpływie azotu zarówno na strukturę jak i własności w stanie lanym natomiast po obróbce cieplnej w zakresie struktury czy twardości ten wpływ nie jest tak wyraźny, dopiero uwidacznia się trakcie badań zużycia ściernego, które zdumiewająco maleje wraz ze wzrostem zawartości azotu.



Rys. 3 Twardość i wskaźnik zużycia próbek po odlaniu
Fig. 3 Hardness and abrasive wear indicator after casting



Rys. 4 Twardość i wskaźnik zużycia próbek hartowanych
Fig. 4 Hardness and abrasive wear indicator after hardening

Najbardziej widoczne zmiany dotyczą żeliwa oznaczonego Cr15/N4 i Cr15/N6. Niska twardość oraz niewielka odporność na ścieranie w stanie surowym tych stopów należy tłumaczyć stabilną osnową austenityczną. Znaczny spadek zużycia ściernego próbek azotowanych po hartowaniu wynika nie tylko z przemiany austenitu w

martenzyt ale również z bardzo drobnych (trudnych do identyfikacji przy stosowanych powiększeniach podczas obserwacji metalograficznych) wydzieleniach prawdopodobnie węglikoazotków i azotków chromu. Uzyskane wyniki stanowią podstawę wyjściową do dalszych badań celem dokładniejszego poznania zachodzących zjawisk.

LITERATURA

[1] Cz. Podrzucki: Żeliwo -struktura, właściwości, zastosowanie Tom I i II Wyd. ZG STOP, Kraków 1991

[2] H. Leda: Stale azotowe, Wydawnictwa Politechniki Poznańskiej, Poznań 1992

[3] W. Abierin W. i inni.: Azot w metalach; Wydawnictwo Metalurgia, Moskwa 1976

[4] L.A. Dobrzański: Metaloznastwo i obróbka cieplna materiałów narzędziowych, WNT, Warszawa 1990

THE INFLUENCE OF NITROGEN ON HARDNESS, ABRASIVE WEAR AND STRUCTURE OF THE CHROMIUM CAST IRON

SUMMARY

The paper presents the influence of the nitrogen on hardness, abrasive wear and structure of chromium cast iron. The nitrogen had been adding into metal bath by 2, 4 and 6 minute during test melts. The nitrogen stabilized austenite of chromium cast iron after alloy casted, result in reduction hardness and amplification abrasiv wear. After hardened distinct considerable observe reduction abrasive wear.

Recenzował Prof. Józef Gawroński