

Stanisław JURA

Jerzy KILARSKI

WPLYW PIERWIASTKÓW STOPOWYCH
NA TWARDOŚĆ I ROZMIESZCZENIE
WĘGLIKÓW W ŻELIWIE CHROMOWYM

Streszczenie

Prowadząc badania żeliw wysokochromowych przedstawiono wpływ węgla i chromu na twardość, mikrotwardość oraz udział objętościowy fazy węglkowej, co z kolei pozwoli ustalić parametry odpowiadające modelowi tworzywa odpornego na ścieranie.

1. Wstęp

Żeliwa wysokochromowe poza własnościami antykorozyjnymi i odpornością na działanie wysokich temperatur, charakteryzują się dobrą odpornością na ścieranie. Dobra odporność na ścieranie, mimo iż wydaje się być oczywista dla tego rodzaju stopów, nie ma dotąd należytego opracowania. Nie wchodząc w szczegółowe rozważania ogólnie można powiedzieć iż czynnikiem decydującym o odporności stopu na ścieranie jest jego twardość. Nie bez znaczenia jest także struktura stopu i dlatego te dwie własności powinny się nawzajem uzupełniać.

Badania Kuntowa, Sadina oraz Greczema wykazały, że najkorzystniejsza jest struktura składająca się z dużej ilości twardych cząstek w kształcie płytek lub igieł równomiernie rozłożonych w plastycznej osnowie [10]. Dlatego wybór do tego celu żeliw wysokochromowych należy uważać za trafny gdyż struktura ich składa się z twardych wydzielań w postaci węglików rozmieszczonych w osnowie ferrytycznej. Badania tego typu struktury sprowadzają się więc do pomiarów: twardości, mikrotwardości węgli-

ków i osnowy oraz odpowiedniego doboru pierwiastków pozwalających na uzyskanie jak najwyższej twardości węglików i odpowiednio plastycznej osnowy. Tak więc badania prowadzone są w kierunku znalezienia zależności pomiędzy składem chemicznym, a wymienionymi własnościami.

2. Badania własne

2.1. Przeprowadzenie wytopów

Wytopy żeliw ferrytycznych chromowych prowadzono w indukcyjnym piecu próżniowym typu VSG - 30. Wsad do tego pieca wytapiano w piecu indukcyjnym o pojemności 50 kg. Otrzymano wlewki, których skład chemiczny podaje tablica 1.

Skład chemiczny wlewów wsadowych

Tablica nr 1

Nr wytopu	Zawartość pierwiastków w %					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
I	1,35	1,34	0,43	23,84	0,06	0,01
II	0,80	1,31	0,43	25,93	0,04	0,01
III	0,87	1,22	0,45	29,72	0,04	0,015
IV	1,43	1,40	0,45	34,31	0,05	0,015

Zestaw wytopów był podstawą do usystematyzowania badań pod względem składu chemicznego. Ustalono trzy główne grupy, w których zawartość chromu była odpowiednio 25, 30 i 35 %. W ramach tych grup zawartość węgla zmieniano w zakresie od 0,8 do 3,8 %, manganu od 0,8 do 4,0 %, a krzem pozostawiono jak w w/w tablicy.

Stopy wytapiano w atmosferze argonu. Atmosferę kontrolowaną uzyskano w czasie wytopu przez wprowadzenie argonu do komory próżniowej pieca. Dla całkowitego usunięcia tlenu powtarzano trzykrotnie operację opróżnienia i napełnienia komory pieca argonem. Ciśnienie argonu w czasie topienia utrzymywano w granicy 100 Tr. Temperatura w czasie zalewania wahała się

w granicach $1350 \pm 20^{\circ}\text{C}$.

2.2. Pomiary twardości i mikrotwardości

Własnością określającą dobór tworzywa na elementy odporne na ścieranie jest jego twardość. W ramach badań twardości należy przeprowadzić zarówno badania makrotwardości, jak również badanie mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych. W zakresie badań makrotwardości stosowano metodę Vickersa przy obciążeniu 5 kg. Zaś pomiary mikro przeprowadzono za pomocą twardościomierza Hanemanna o obiektywie Apo 32 x /0,65-0,30. Badania mikrotwardości objęły: pomiary węglików, osnowy i obszarów z bardzo drobnymi, gęsto rozłożonymi węglkami. Stosowano zmienne obciążenia, wyliczone współczynniki Meyera, a mikrotwardość obliczono ze znanych w literaturze zależności [2,3,9].

2.3. Badania metalograficzne i pomiar ilości węglików

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na odporność stopu na ścieranie jest jego struktura, a ściślej postać, ilość i rodzaj wydzieleni węglików. Na rys. 1,2,3,4 przedstawiono kilka charakterystycznych struktur o różnych zawartościach węgla i chromu.

Do obliczenia udziału objętościowego fazy węglkowej stosowano metodę siatkową [4,14].

3. Analiza wyników

W oparciu o wyniki badań można wykazać pewne prawidłowości dotyczące wpływu węgla i chromu na twardość, mikrotwardość oraz udział objętościowy fazy węglkowej w żeliwie wysokochromowym. Rozpatrując wpływ węgla i chromu należy wspomnieć o manganie. Otóż wprowadzony do tych stopów mangan w zakresie od 0,8 do 4,0 % nie wpłynął w zasadniczy sposób na zmianę wymienionych własności. Wyniki określające wpływ tego pierwiastka odbiegały od jakichkolwiek schematów przez co nie zostały przedstawione w niniejszej pracy. Być może następne badania wniosą nowe dane co do wpływu tego pierwiastka na własności żeliw wysokochromowych.

Chrom w zakresie od 25 do 35 % nieznacznie zwiększa mikrotwardość osnowy, a tym samym wpływa na podwyższenie twardości stopu.

Wpływ chromu należy raczej rozpatrywać bądź łącznie z zawartością węgla, bądź też jako wzajemną zależność obu pierwiastków rys. 5,6,7.

W decydujący sposób na wymienione własności wpływa zawartość węgla. Zwiększanie tego pierwiastka od 0,8 do 3,8 % wpływa na powiększenie zarówno twardości stopu (rys. 8), mikrotwardości węglików i osnowy jak również ilości węglików. Biorąc pod uwagę mikrotwardość osnowy należy rozpatrywać ją w ramach tej samej zawartości chromu (rys. 9). Wzrost zawartości węgla w stopie wpływa w znacznym stopniu na tworzenie węglików bogatych w węgiel, co związane jest ze zwiększeniem ich twardości /mikrotwardości/.

Mikrotwardość węglików można porównywać tylko dla tych samych przekątnych odcisków, ponieważ przy różnych odciskach wywołanych różnym obciążeniem działa prawo zmiennej twardości. Można zauważyć iż dla mniejszych obciążeń uzyskujemy większe twardości (rys. 5).

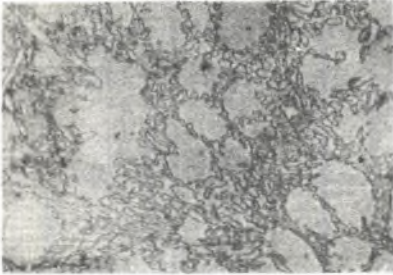
Jeśli chodzi o wpływ tego pierwiastka na strukturę stopu to można wyodrębnić dwa charakterystyczne zakresy. I tak w granicach od 0,8 do 3,0% węgla struktura składa się z drobnych węglików typu $Cr,Fe/23C_6$ w osnowie ferrytycznej przy czym mniejsza zawartość węgla sprzyja powstaniu rozproszonych węglików, rozmieszczonych w przestrzeniach międzydendrytycznych i na granicach ziarn. Przy górnej zawartości węgla rozłożenie węglików jest bardziej równomierne, a udział fazy węglkowej dochodzi do 50%. Powyżej 3% węgla pojawiają się węgliki typu $Cr,Fe/7C_3$ o charakterystycznym kształcie zbliżonym do wydłużonego sześciokąta. Powodują one wzrost udziału fazy węglkowej, a tym samym wpływają w zasadniczy sposób na wzrost twardości stopu (rys. 10).

Przeprowadzona analiza rentgenograficzna wykazała istnienie węglików typu $Fe,Cr/3C$, $Cr,Fe/23C_6$, $Cr,Fe/7C_3$ oraz węglika Cr_3C_2 . Na temat występowania w tych stopach węglika Cr_3C_2 nie ma wzmianki w literaturze 7,8, 11,12,15/.

4. Wnioski

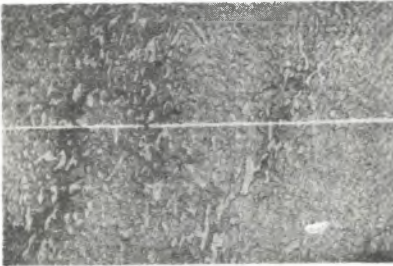
Z przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Wzrost zawartości węgla wpływa zarówno na wzrost twardości stopu jak i ilościowego udziału fazy węglkowej.



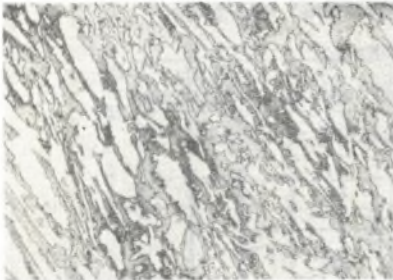
Rys.1. Drobne wydzielenia węglików
w osnowie ferrytu stopowego.

1,79%C, 1,32%Si, 1,5%Mn, 29,20%Cr
Pow. 500x, Traw. FeCl_3



Rys.2. Drobne wydzielenia węglików
w osnowie ferrytu stopowego.

2,77%C, 1,2%Si, 1,17%Mn, 24,5%Cr
Pow. 500x, Traw. FeCl_3



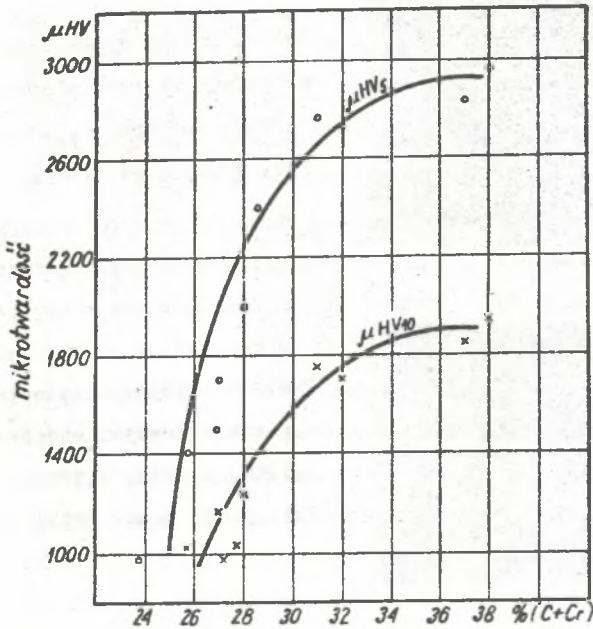
Rys.3. Ferryt oraz węgliki złożone.

3,64%C, 1,35%Si, 3,52%Mn, 27,5%Cr
Pow. 500x, Traw. FeCl_3



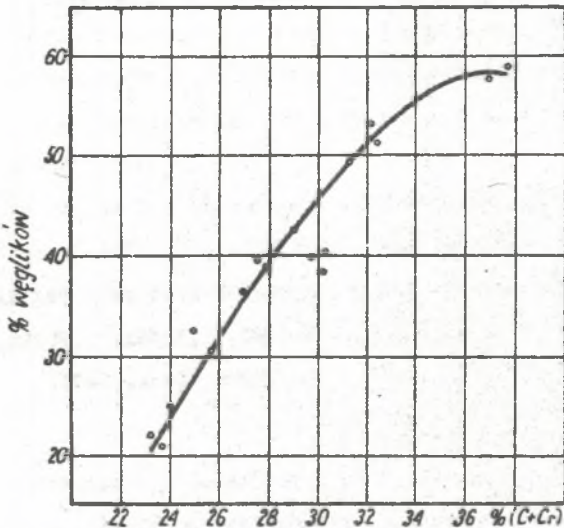
Rys.4. Ferryt oraz węgliki złożone

3,81%C, 1,35%Si, 2,70%Mn, 33,47%Cr
Pow. 500x, Traw. FeCl_3

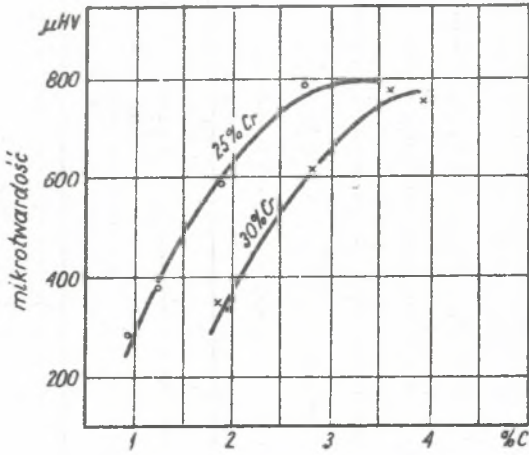


Rys.5. Wpływ /C+Cr/ na mikrotwardość węglików w żeliiwie wysokochromowym.

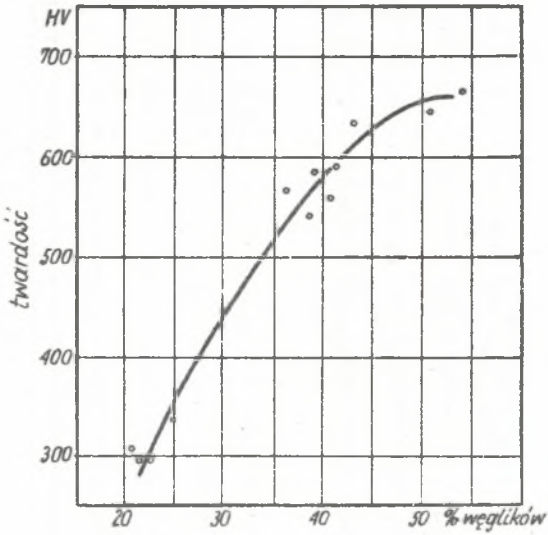
HV₅, HV₁₀ mikrotwardość dla odcisków o przekątnych odpowiednio 5 i 10 μm.



Rys.6. Wpływ /C+Cr/ na zawartość węglików w żeliiwie wysokochromowym.



Rys.9. Wpływ węgla na twardość osnowy żelii wysokochromowych.



Rys.10. Wpływ % zawartości węglików na twardość żelii wysokochromowych.

2. Dodatek węgla powyżej 3,0 % powoduje pojawienie się węglików typu Cr_7C_3 , co związane jest ze wzrostem mikrotwierdości węglików.
3. Chrom w granicach od 25 do 35 % tylko nieznacznie zwiększa twardość stopu.
4. Charakterystyczny dla tego rodzaju żeliw wydaje się być stosunek Cr/C. Przy stosunku Cr/C równym 7, 8, 9, pojawiają się duże wydzielania węglików zwiększających twardość stopu, zaś przy Cr/C powyżej 10 mamy strukturę z drobnymi wydzieleniami węglików.

Literatura:

1. B.Kotula: Przegląd Odlewnictwa, 6, 1969, s. 228 - 230.
2. S.Katarzyński, S.Kocańda, M.Zakrzewski: Badania własności mechanicznych metali, WNT, Warszawa 1961.
3. S.Katarzyński: Pomiar Automatyka Kontrola, 3, 1957, s. 104 - 105.
4. J.Ryś: Wstęp do metalografii ilościowej, Wyd. Śląsk, Katowice 1970.
5. K.Sekowski, J.Piaskowski, Z.Wojtowicz: Atlas struktur znormalizowanych stopów odlewniczych, WNT, Warszawa 1972.
6. K.Kuo: Iron Steel Inst., 3, 1953, s.223.
7. N.M. Popowa: Karbidnyj analiz scali, Oborongiz, Moskwa 1957.
8. J.E. Lew: Karbidnyj analiz czuguna, Metalurgizdat, Charków 1962.
9. W.M. Głazow, W.N. Wigdorowicz: Mikrotwierdost metali, Metalurgija Moskwa 1962.
10. J.W. Kragielski: Trenije i iznos, Maszgis, Moskwa 1962.
11. D.Dyson, K.W. Andrews: Iron Steel Inst., 2, 1969, s.208 - 218.
12. S. Nagakura, S.Oketani: Trans. Iron Steel Inst. Jap., 5, 1968, s. 265 - 294.
13. W.S. Popow, Pl. Nagornyj: Lit. Proizvod., 3, 1970, s. 27 - 28.
14. C.A. Sałytkow: Stereometriczeskaja metallografia Metalurgija, Moskwa 1970.
15. F.Hanke: Giesserei Praxis, 23, 1968, s. 471 - 481.

Влияние легированных элементов на жёсткость
и размещение карбидов в хромовом чугуне

Р е з ю м е

Проводя исследования высокохромовых чугунов, представлено влияние карбоната и хрома на жёсткость, микрожёсткость, а также участие объёмистой карбидовой фазы, что в свою очередь даёт возможность установить параметры соответствующей модели стойкого материала на стирание.

The effect of alloy-forming elements on
the hardness and distribution of carbides
in chromium cast-iron

S u m m a r y

Basing on investigations concerning high-chromic cast-iron there has been presented the effect of carbon and chromium on the hardness, microhardness and volumetric distribution of the carbide phase. This will be useful when determining the parameters which correspond to the model of abrasion-resisting materials.