ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1975

Seria: Mechanika z. 54 Nr kol. 438

Stanisław Jura, Jerzy Kilarski
Instytut Odlewnictwa Politechniki Śląskiej

ODPORNOŚĆ NA ZUŻYCIE ŚCIERNE ŻELIW WYSOKOCHROMOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu pierwiastków stopowych, struktury i niektórych własności mechanicznych na zużycie ścierne żeliw wysokochromowych. Ponadto przytoczono wyniki badań udarności stanowiące jeden z czynników decydujących o zastosowaniu przemysłowym tych żeliw.

Wstęp

Zagadnienie zużycia ściernego jest problemem bardzo złożonym. Proces tarcia i zużycie ciał stałych jest uwarunkowany własnościami tych ciał, ośrodka, w którym odbywa się tarcie, jak również parametrami i warunkami tarcia. Badanie prowadzono na żeliwach wysokochromowych. Wybór tych żeliw wyniknął między innymi z ich struktury, składającej się z twardych wydzieleń węglików rozmieszczonych w osnowie ferrytycznej. Odpowiada to według pracy [1] modelowi tworzywa odpornego na ścieranie. Ponadto żeliwa wysokochromowe stosowane są coraz częściej w przemyśle na elementy maszyn i urządzeń narażonych na zużycie ścierne [2] głównie na narzędzia w urządzeniach do kruszenia i mielenia materiałów.
Szeroko rozpowszechnione są również żeliwa typu Alloys - Climax (15% Cr, 3% Mo) [3 - 7].

Mimo zastosowania przemysłowego zagadnienie zużycia ściernego tych żeliw nie ma dotąd dostatecznego opracowania.
Istnieją sporne problemy dotyczące zarówno wpływu pierwiastków stopowych jak i struktury na zużycie ścierne tych materiałów.

Badania własne

Cel i zakres badań

Celem pracy jest określenie wpływu podstawowych pierwiastków, tj. C, Si, Mn i Cr na twardość, udarność, strukturę i zużycie ścierne żeliwa wysokochromowego. Badaniom poddano 27 wytopów zawierających 1,0 - 4,2% C, 1,2 - -3,6% Si, 0,8 - 4,5% Mn oraz 22,0 - 34% Cr. Wyniki tych badań posłużyły do ustalenia najkorzystniejszego składu chemicznego żeliw pod względem odporności na ścieranie. W drugiej części pracy zbadano wpływ innych pier-

wiastków stopowych na zużycie ścierne. Badaniom poddano 32 wytopy żeliwa zawierającego 2,5 - 3,8% C i 27,5 - 30,5% Cr, do którego wprowadzono Ni, Al, Cu, Mo i W w ilości od 0,5 -2,0% oraz V, Ti i Zr w ilości od 0,1 - 1,0%. Dla wszystkich wytopów przeprowadzono badania twardości i mikrotwardości, udarności oraz ścieralności.

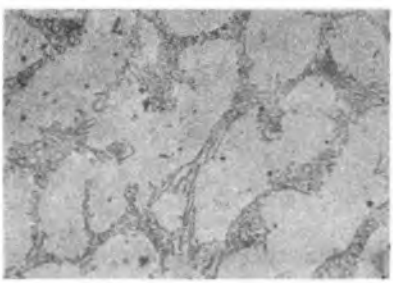
Materiał do badań

Żeliwo wysokochromowe uzyskano z przetopienia wsadu w postaci surówki, złomu stalowego i żelazochromu. Wytopy wykonano w piecu indukcyjnym tyglowym typu MSK 50 o pojemności 50 kg. Wlewki z kolei przetapiano w piecu indukcyjnym próżniowym typu SVG 30 o pojemności 4 kg i uzupełnione pierwiastkami stopowymi.

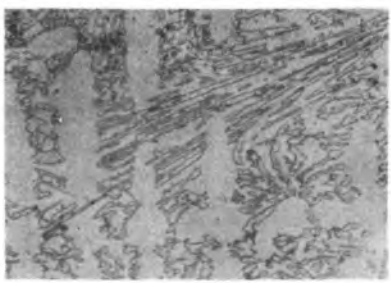
Badania mechaniczne obejmowały:

- pomiary twardości metodą Vickersa na oparcie HPO-250 zgodnie z normą PN-57/H-04360, stosując obciążenie 50 kG;
- pomiary mikrotwardości dokonane przy pomocy mikrotwardościomierza Hanemanna stosując zmienne obciążenia od 10-100 G; badano mikrotwardość węglików, osnowy a w przypadku drobnych węglików obszary o dużym ich zagęszczeniu;
- badania udarności przeprowadzono na młocie typu Charpy o maksymalnej energii 1,5 kGm na próbkach o wymiarach 10 x 10 x 55;
- badania ścieralności, przeprowadzono na maszynie SKODA-SAWIN wg PN-67/H - 04306.

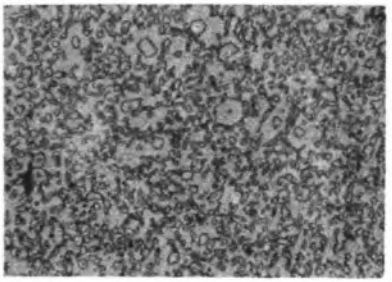
Badania metalograficzne struktury żeliw prowadzono na zgładach wypolerowanych mechanicznie i wytrawionych chlorkiem żelaza. Niektóre z charakterystycznych struktur przedstawiają (rys. 1-4).



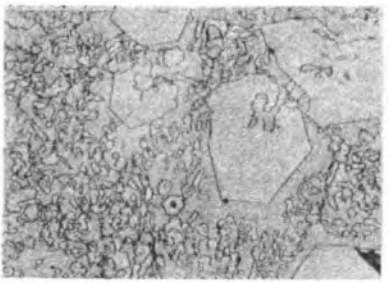
Rys. 1.Ferryt z eutektyką węglikową na granicach ziarn żeliwa zawierającego 0,91% C, 1,22% Si, 1,4% Mn i 28,5% Cr, 500 x



Rys. 2. Ferryt z eutektyką węglikową w przestrzeniach międzydendrytycznych żeliwa zawierającego: 1,79% C, 1,34% Si, 1,5% Mn,29,20% Cr



Rys. 3. Ferryt z węglikami w żeliwie zawierającym 3,8% C, 1,09% Si, 2,3 % Mn, 30,7% Cr



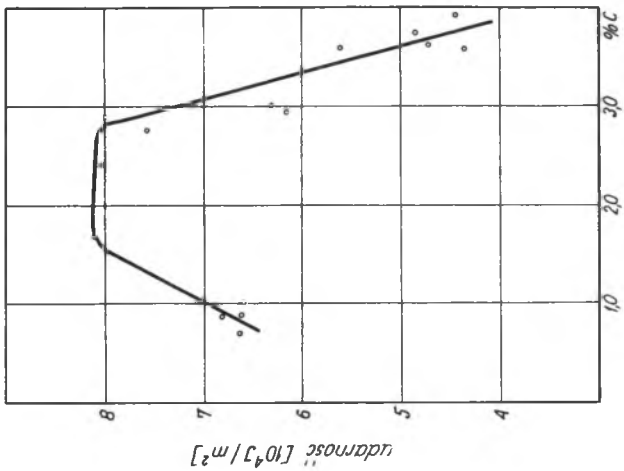
Rys. 4. Ferryt z węglikami w żeliwie zawierającym 3,2% C, 1,17% Si, 1,8% Mu, 27,5% Cr

Ilość fazy węglikowej wyznaczono metodą siatkową [8,9].

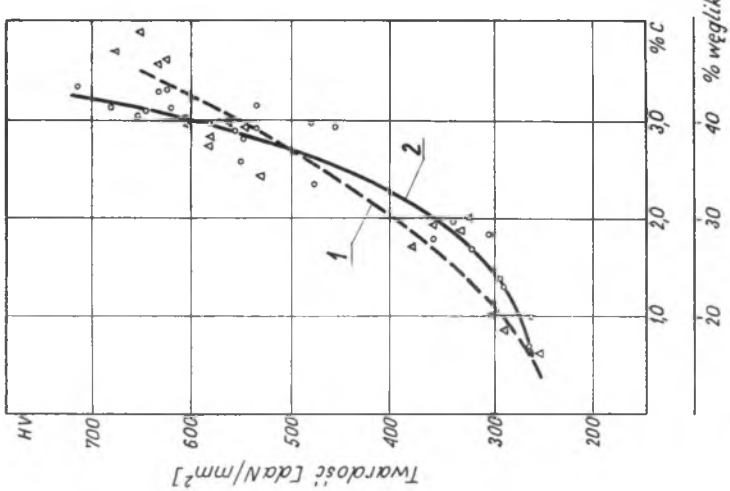
Badania rentgenograficzne przeprowadzono na aparacie Mikrometa metodą Debye-Scherrera w kamerze walcowej o średnicy 57,3 mm przy zastosowaniu promieniowania CrKα. Analizie poddano próbki wybranych żeliw stwierdzając w nich oprócz roztworu stałego α obecność faz węglikowych M_3C, M_7C_3 i $M_{23}C_6$.

Analiza wyników badań

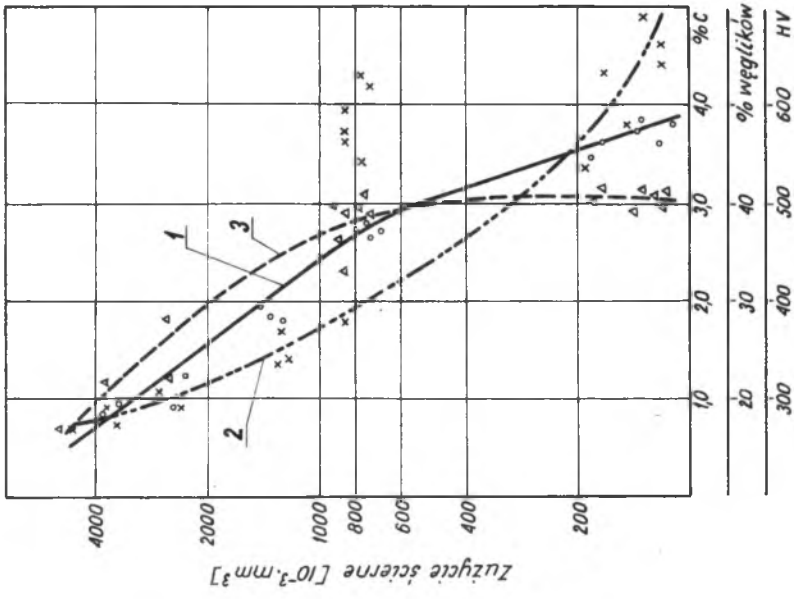
W oparciu o przeprowadzone badania wykazano pewne zależności dotyczące wpływu pierwiastków stopowych na twardość i udarność oraz na zużycie ścierne żeliw wysokochromowych. Twardość badanych stopów w głównej mierze zależy od zawartości węgla oraz ilości węglików (rys. 5). Wpływ innych pierwiastków odbiega od jakichkolwiek schematów, przez co nie został przedstawiony. Wydaje się, iż wpływ tych pierwiastków jest silnie tłumiony znacznymi zmianami ilości węgla. Udarność rzędu 8.10^4 J/m^2 posiadają żeliwa wysokochromowe o zawartości 1,8 - 2,8% C (rys. 6). Powyżej 3,0% C udarność znacznie spada, co związane jest z pojawieniem się w strukturze dużych węglików nadeutektycznych. Na zmniejszenie udarności wpływa również zwiększona zawartość krzemu. Zasadniczy wpływ na zużycie ścierne żeliw wysokochromowych wywiera zawartość węgla. Zwiększanie ilości węgla od 0,9-3,8% powoduje wzrost ilości węglików oraz twardości stopu co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia zużycia ściernego (rys. 7). Zużycie ścierne żeliw obniża również wzrost ilości krzemu (rys. 8) oraz zmniejszający się stosunek Cr/C (rys. 9). Przy zawartości krzemu powyżej 2,5% i stosunku Cr/C $<$ 10 żeliwa przechodzą w zakres stopów nadeutektycznych z dużymi wydzieleniami węglików. Jest to jedną z przyczyn obniżenia zużycia ściernego. Znaczne obniżenie zużycia ściernego powodują także pierwiastki silnie



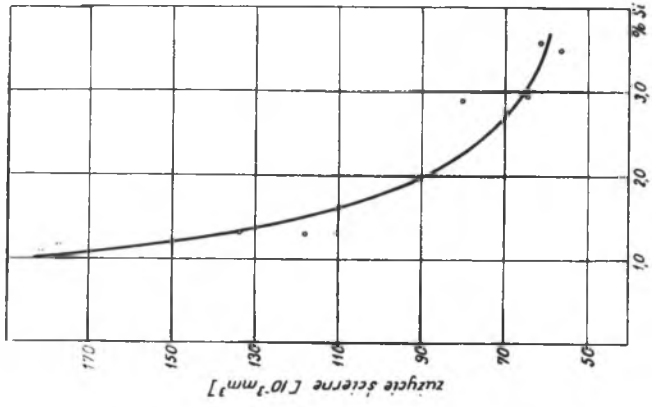
Rys. 6. Wpływ ilości węgla na udarność żeliw wysokochromowych



Rys. 5. Wpływ ilości węgla (1) i procentowej zawartości węglików (2) na twardość żeliw wysokochromowych

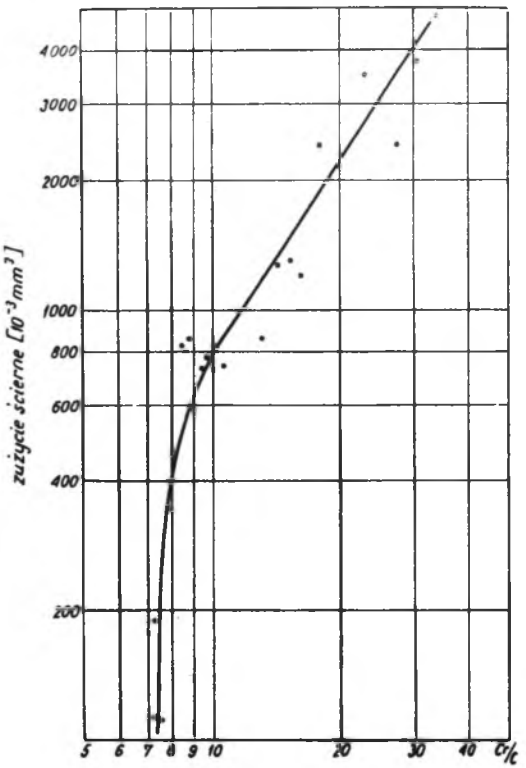


Rys. 7. Wpływ ilości węgla (1) procentowej zawartości węglików (2) oraz twardości (3) na zużycie ścierne żeliw wysokochromowych



Rys. 8. Wpływ ilości krzemu na zużycie ścierne żeliw wysokochromowych

węglikotwórcze, tj. Ti, Zr i V bez względu na wielkość wydzieleń węglików chromu. Mo, W i Cu w ilości od 0,5 - 2,0% również obniżają zużycie ścierne żeliw, jednak w znacznie mniejszym stopniu niż Ti, Zr czy V.



Rys. 9. Wpływ stosunku Cr/C na zużycie ścierne żeliw wysokochromowych

Wnioski

Wzrost zawartości węgla do 4,2% powoduje wzrost odporności na ścieranie żeliw wysokochromowych; zmniejszenie zużycia ściernego powodują także pierwiastki węglikotwórcze Ti, Zr lub V w wyniku tworzenia drobnych wydzieleń węglików, podobnie oddziaływuje umocnienie osnowy przez dodatek krzemu, molibdenu, wolframu i miedzi.

Żeliwo wysokochromowe w stanie lanym powinno posiadać co najmniej dwa pierwiastki stopowe: jeden - umacniający osnowę i drugi tworzący węgliki; tym potwierdza się przekonanie, że działanie kilku pierwiastków jest skuteczniejsze.

Twardość żeliw nie jest podstawowym czynnikiem warunkującym odporność na zużycie ścierne; znajomość samej twardości nie jest równoznaczna ze znajomością odporności żeliwa na zużycie.

LITERATURA

1. Kragielski I.W.: Trenije i iznos, Maszgiz, Moskwa, 1962.
2. Handbock of Mechanical Wcar, Edited by C. Lipson, L.V. Colwell, The University of Michiqan Press, 1961.
3. Henke F.: Giesserei Prexis, 3, 1973, 52.
4. Maratray T.: Giesserei Prexis, 6, 1973, 100.
5. Garber M.E., Cypin I.I.: Lit. Proizwod. 2, 1970, 2.
6. Kitajgora N.J.: Lit. Proizwod. 2, 1972, 18.
7. Popow W.S., Nagornyj P.L.: Lit. Proizwod. 8, 1969, 27.
8. Ryś I.: Wstęp do metalografii ilościowej, Wyd. Śląsk, Katowice, 1970.
9. Sałtykow G.A.: Stereometriczeskaja mietałłografia, Mietałłurgija, Moskwa 1970.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗНОСУ ПРИ ИСТИРАНИИ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты исследования влияния легирующих элементов, структуры и некоторых механических свойств на износ при истирании высокохромистых чугунов.

Кроме того проиводятся результаты исследований ударной вязкости являющиеся одним из факторов решающих о производственном применении этих чугунов.

ABRASION RESISTANCE OF HIGH-CHROMIUM CAST IRON

S u m m a r y

In the elaboration are presented the results of investigations on the influence of alloying, elements, structure and some mechanical properties on abrasive wear of high chromium cast iron as well as investigation results of impact strength, one of the decisive factors in the industrial utilization of this cast iron.