ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978

Seria: Mechanika z.65 Nr kol.569

Jerzy KILARSKI

Instytut Odlewnictwa
Politechnika Śląska

WPŁYW SKŁADU CHEMICZNEGO ŻELIW CHROMOWYCH NA PRZEMIANY AUSTENITU PODCZAS CHŁODZENIA CIĄGŁEGO

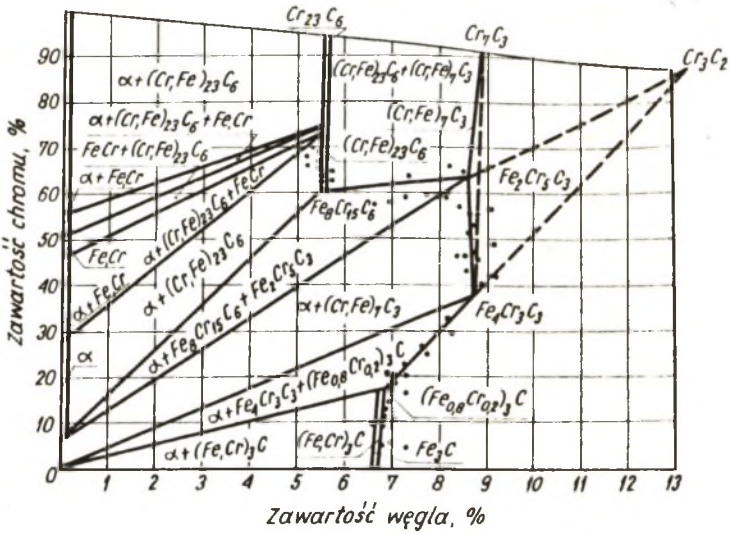
Streszczenie. Na podstawie wykresów CTPc przedstawiono wpływ C, Cr, Mo, Ni i Cu na przemiany austenitu podczas chłodzenia ciągłego żeliw chromowych. Pozwala to na dobór odpowiedniego składu chemicznego żeliwa chromowego przeznaczonego na elementy maszyn i urządzeń narażonych na intensywne ścieranie ziarnami mineralnymi.

Wstęp

Zagadnienie odporności na ścieranie elementów maszyn stanowi jeden z ważniejszych problemów w przemyśle krajowym. O randze tego zagadnienia świadczy fakt, że zapotrzebowanie na odlewy zużywające się wskutek ścierania ziarnami mineralnymi /w przemyśle energetycznym, cementowym, ceramicznym, przeróbce kopalin, w górnictwie, hutnictwie, koksowniach itp/ wynosi w kraju kilkaset tysięcy ton w ciągu roku. Wielkości te mówią o ogromnym znaczeniu zagadnienia zużycia i wymagają szybkich i skutecznych metod przeciwdziałania. Do jednych z nich należy opracowanie i stosowanie stopów o wysokiej odporności na ścieranie. Jednak wytypowanie takich materiałów wymaga przeprowadzenia szerokich badań obejmujących nie tylko opracowanie materiałów odpornych na ścieranie ale również znajomość warunków pracy elementów maszyn i urządzeń, występujących zjawisk zużycia, rodzaju i ziarnistości materiałów ściernych i inne.

Niemniej jednak już obecnie można z dużym przybliżeniem określić grupę stopów odpornych na ścierne działanie ziarn mineralnych pracujących w warunkach bez większych obciążeń dynamicznych. Wśród nich najczęściej wymienia się żeliwa chromowe. Prowadzone badania tych stopów [1-3] pozwoliły wyjaśnić, że o zużyciu decyduje głównie rodzaj struktury. Najlepszą strukturę zapewniającą wysoką odporność na ścieranie jest struktura martenzytyczna z dużą ilością węglików typu M_7C_3. Jednak w praktyce najczęściej spotykamy struktury bardziej złożone, których osnowa może być martenzytyczno-bainityczna, martenzytyczno-perlityczna, bainityczno-perlityczna itp. oraz dodatkowo węgliki typu $M_{23}C_6$, a przy większych zawartościach węgla M_3C.

Rodzaj występujących węglików można w przybliżeniu określić na podstawie znanych w literaturze wykresów równowagi rys.1, lub na podstawie zawartości chromu i węgla



Rys.1. Zakresy występowania różnych faz w stopach żelazo-chrom-węgiel w zależności od zawartości chromu i węgla

oraz ich wzajemnego stosunku. Przy Cr/C< 2,5 występują głównie węgliki typu /Fe,Cr/$_3$C przy Cr/C w zakresie 2,5-11 w przewadze występują węgliki /Cr,Fe/$_7$C$_3$ zaś przy Cr/C > 11 występują w przewadze węgliki /Cr,Fe/$_{23}$C$_6$. Natomiast ich ilość można określić na podstawie wzoru [3]

$$\%W = 12,33\%C + 0,55\%Cr - 15,2$$

Uzyskanie struktury martenzytycznej związane jest z przeprowadzeniem obróbki cieplnej /hartowanie/. O ile struktura metalograficzna żeliw chromowych w stanie lanym przedstawia węgliki pierwotne i wtórne na tle osnowy ferrytycznej, austenitycznej, perlitycznej lub ich kombinacji, to po hartowaniu występują węgliki pierwotne i wtórne na tle osnowy martenzytycznej, bainitycznej lub ich kombinacji.

Rodzaj struktury po hartowaniu w powietrzu, jak zauważono zależy od składu chemicznego i grubości ścianki odlewów. Do określenia wpływu składu chemicznego na rodzaj struktury żeliw chromowych podczas ciągłego chłodzenia wykorzystano wykresy CTPc. Wykresy te opracowano w oparciu o badania dylatometryczne. Badaniom tym poddano żeliwa chromowe o zawartości Cr około 15,20 i 25%, węgla w zakresie 2-3,5%

molibdenu do 2,5%, niklu do 1,5% i Cu do 2%. Wybrane wykresy CTPc przedstawiono na rys.2-8, gdzie szybkości chłodzenia zostały podane jako średnice walców nieskończenie długich.

Analiza badań

Zasady wykonania i interpretacji wykresów CTPc w odniesieniu do żeliw chromowych są podobne do reguł obowiązujących przy stalach. W obu rodzajach stopów występują te same przemiany, a różnice sprowadzają się w zasadzie do odmiennych temperatur przemian i czasów rozpadu austenitu, co wynika z innych składów chemicznych /głównie z różnych zawartości węgla/.

W żeliwach chromowych powyżej 800°C występuje austenit umożliwiający hartowanie na martenzyt. Chrom, węgiel oraz inne pierwiastki rozpuszczone w austenicie stabilizują go, dzięki czemu żeliwa te mają dużą hartowność i można hartować je w powietrzu. Pierwiastki stopowe powodują również znaczną deformację linii przemian, stąd warunkiem koniecznym dla określenia prawidłowej obróbki cieplnej żeliw chromowych jest znajomość wpływu pierwiastków stopowych na przemiany austenitu podczas chłodzenia ciągłego. Wpływ chromu w żeliwach o zawartości około 3% C przedstawiają rys.2,3,4. Strukturę martenzytyczną można otrzymać dla odlewów walcowych chłodzonych w powietrzu o średnicy poniżej 10 mm. Jednak koniec przemiany martenzytycznej leży poniżej temperatury otoczenia, w wyniku czego oprócz martenzytu pojawi się nieprzemieniony austenit zw. austenitem szczątkowym. Przechodząc w praktyczne zakresy grubości ścianki odlewu uzyskuje się struktury martenzyty-perlityczne /przy niższych zawartościach chromu około 14%/, lub martenzytyczno-bainityczne przy zawartościach chromu powyżej 19%. Natomiast dla bardzo grubych odlewów strukturę martenzytyczno-bainityczną można uzyskać stosując żeliwa chromowe o większej zawartości chromu około 25%.

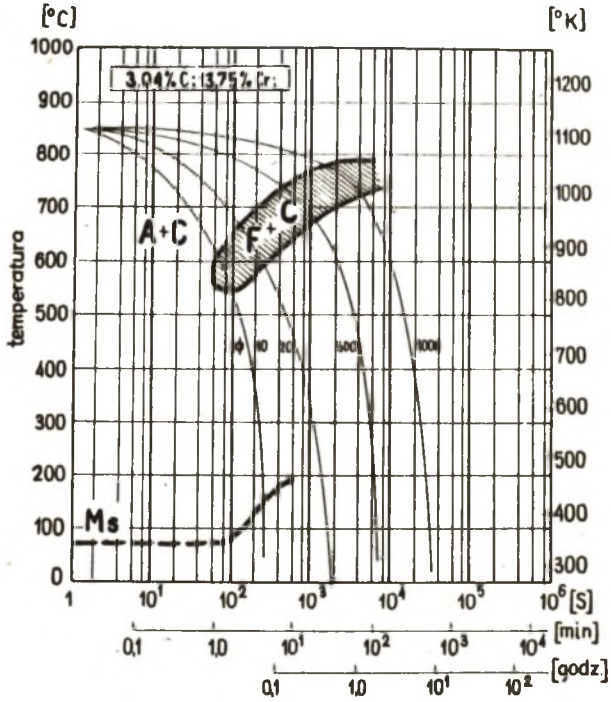
Wpływ węgla można przeanalizować wykorzystując wykresy CTPc rys.2 i 5 o zawartości około 14% Cr. Wzrost zawartości węgla w zakresie około 2-3% powoduje przesunięcie na wykresie CTPc przemiany perlitycznej w lewo do większych szybkości chłodzenia w efekcie czego możemy zapewnić w odlewach jedynie strukturę martenzytyczno-perlityczną lub perlityczną. Porównując wpływ węgla i chromu można zauważyć, że korzystniejsze struktury otrzymujemy przy większym stosunku Cr/C. Wpływ pozostałych pierwiastków Mo, Ni i Cu przebadano stosując żeliwa zawierające około 3% węgla i 25% chromu. Porównując rysunki 4,6,7,8 wyraźnie widać wpływ tych pierwiastków na przesunięcie w prawo występowania przemiany perlitycznej. Przy czym najsilniej wpływa molibden. Wzrost zawartości molibdenu do około 2,5% powoduje również przesunięcie w prawo przemiany bainitycznej w wyniku czego po hartowaniu żeliw chromo-

wo-molibdenowych można otrzymać strukturę martenzytyczną bądź martenzytyczno-bainityczną w zależności od grubości ścianki odlewu.

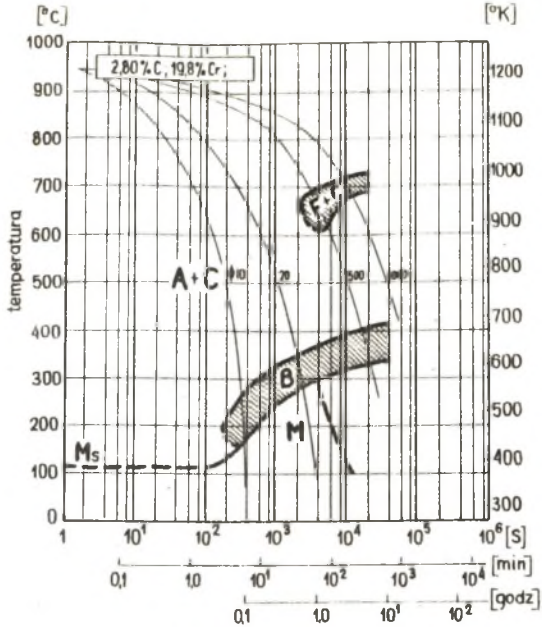
Natomiast wprowadzenie niklu lub miedzi wprawdzie powoduje przesunięcie przemiany perlitycznej w prawo to jednek z uwagi na rozszerzenie zakresu przemiany bainitycznej możemy jedynie spodziewać się struktury martenzytyczno-bainitycznej.

Reasumując przeprowadzone rozważania należy podkreślić, że wzrost węgla powoduje przesunięcie w lewo przemiany perlitycznej tj. w kierunku większych szybkości chłodzenia. Natomiast pozostałe pierwiastki mają działanie przeciwne, przy czym najsilniej wpływa molibden, dalej nikiel i miedź.

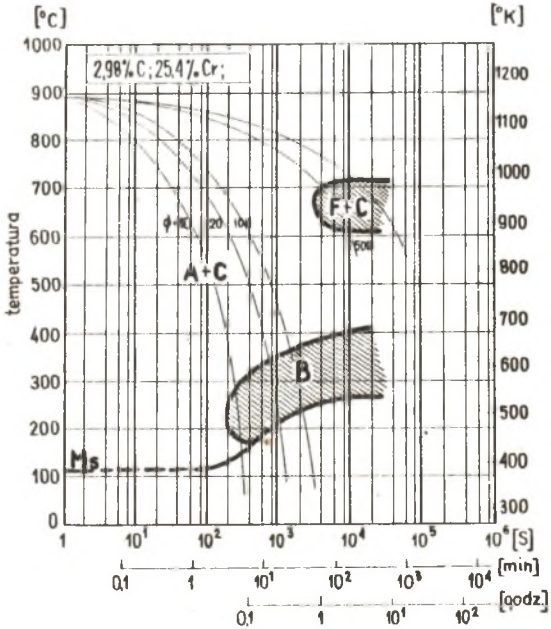
Nasuwa się stąd wniosek, że zwiększenie zawartości węgla /w celu uzyskania większej ilości węglików/ należy zrekompensować takimi pierwiastkami jak: Mo, Ni, Cu lub ich kombinacji. W celu zapewnienia uzyskania po hartowaniu w powietrzu struktury martenzytycznej lub martenzytyczno-bainitycznej należy stosować wyższe zawartości chromu /19-25%/ oraz celowo wprowadzić niewielkie ilości /do 2%/ molibdenu, niklu lub miedzi.



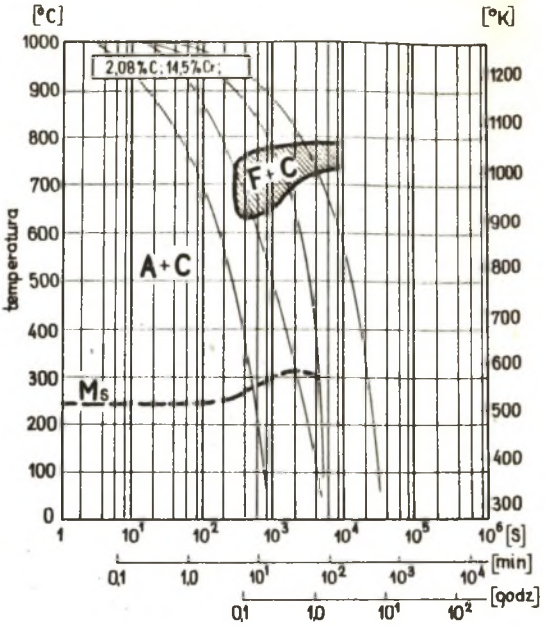
Rys.2. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 3,04%C i 13,75%Cr.



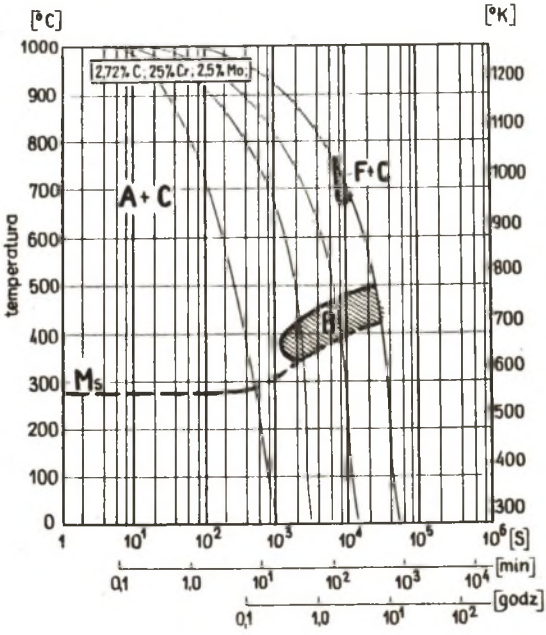
Rys.3. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 2,80% C i 19,8% Cr



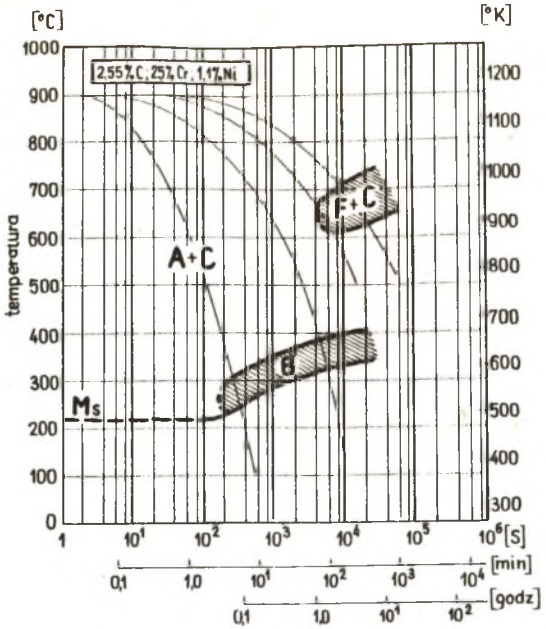
Rys.4. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 2,98% C i 25,4% Cr



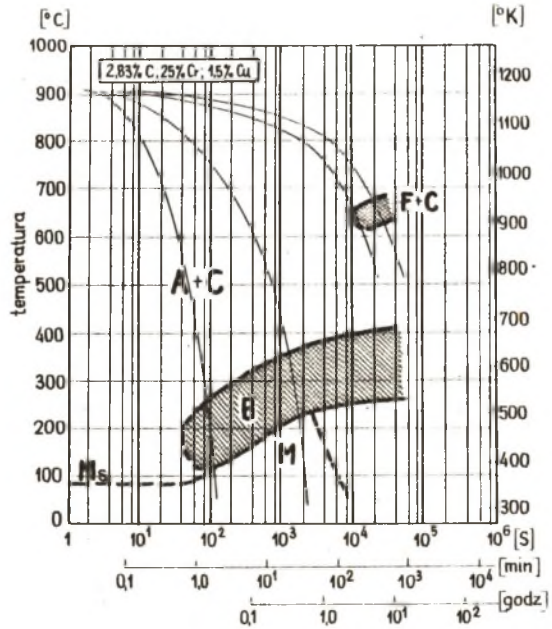
Rys.5. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 2,08% C i 14,5% Cr



Rys.6. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 2,72% C, 25% Cr i 2,5% Mo



Rys.7. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 2,55% C, 25% Cr i 1,1% Ni



Rys.8. Wykres CTPc żeliwa o zawartości 2,83% C, 25% Cr i 1,5% Cu

LITERATURA

1. Norman T.E., Röhrig K.: Verschleissfeste martensitische Chromgusseisen. Aufbereitungs Technik, 6, 1970.

2. Henke F.: Verschleissbeständige weisse Gusseisen. Giesserei Praxis, 1,2,3, 1973

3. Maratray F.: Auswahl geeigneter Zusammensetzungen für weisse Chrom - Molybdän - Gusseisensorten. Giesserei, Praxis 6, 1973.

THE EFFECT OF CHEMICAL COMPOSITION OF CHROMIUM CAST IRONS ON TRANSFORMATION OF AUSTENITE DURING C ONTINUOUS COOLING

S u m m a r y

On the basis of TTTc diagrams, effects of C, Cr, Mo, Ni, and Cu on transformations of austenite during continuous cooling of chromium cast irons were discussed. This makes it possible to select proper chemical composition of chromium cast iron used for parts of machines and equipment exposed to severe abrasive action of mineral grains.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ХРОМОВЫХ ЧУГУНОВ НА ПРЕВРАЩЕНИЕ АУСТЕНИТА ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ОХЛАЖДЕНИИ

Р е з ю м е

На основании диаграмм термокинетического превращения аустенита приводится влияние C, Cr , Mo, Ni и Cu на превращение аустенита при непрерывном охлаждении хромовых чугунов. Это даёт возможность подобрать соответствующий химический состав хромового чугуна, предназначенного для деталей машин и оборудования, подвергаемых интенсивному абразивному износу.