

TECHNOLOGIA WYTAPIANIA AUSTENITYCZNEGO STALIWA FERMANAL W ELEKTRYCZNYM PIECU ŁUKOWYM

F. BINCZYK¹, A. GIEREK², A. SMOLIŃSKI³
Katedra Technologii Stopów Metali i Kompozytów,
Politechnika Śląska, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice

STRESZCZENIE

W pracy opisano technologię wytapiania austenitycznego staliwa FERMANAL w piecu łukowym. Istotą technologii jest sposób wprowadzania aluminium, które przed spustem umieszcza się w kadzi , gdzie jest topione palnikami gazowymi. Staliwo FERMANAL cechuje się obniżoną gęstością i właściwościami paramagnetycznymi. Przeznaczeniem tego stopu mogą być korpusy i elementy generatorów i silników elektrycznych.

Key words, cast steel, electric arc furnace, melting, temperature, density.

1.WSTĘP

Znaczna część prac badawczych poświęcona jest problemom obniżenia kosztów wytwarzania tworzyw konstrukcyjnych. Jednym z kierunków prowadzących do tego celu jest zastosowanie na elementy maszyn i urządzeń tworzyw o obniżonej gęstości, przy zachowaniu odpowiednio wysokich własności wytrzymałościowych. W tworzywach takich, często składniki dotąd deficytowe, jak np. nikiel zastępowane są manganem. W latach 1977 do 1990r w Instytucie Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej w Katowicach prowadzono badania nad technologią otrzymywania bezniklowego austenitycznego i austenityczno-ferrytycznego staliwa, w którym austenitotwórcze działanie Ni zastąpiono dodatkiem Mn, a obniżenie masy odlewów uzyskano poprzez wprowadzenie do staliwa Al, w ilości od 6 do 9% [1-3]. Staliwo

¹ *prof. dr hab. inż., franciszek.binczyk@polsl.pl*

² *prof. zw. dr hab. inż., adam.gierek@popsl.pl*

³ *dr inż., aleksander.smolinski@polsl.pl*

FERMANAL ma właściwości paramagnetycznej oraz cechuje się stałą wartością oporu elektrycznego w szerokim zakresie temperatury.

2. CHARAKTERYSTYKA STALIWA FERMANAL

Zasadniczymi składnikami strukturalnymi staliwa FERMANAL są austenit i ferryt, przy czym ich wzajemny udział zależy od zawartości Mn i Al. I tak, w staliwie zawierającym 20% Mn i 0,8% C, struktura austenityczna zachowana jest do zawartości 4,5% Al. Natomiast w staliwie zawierającym 30% Mn, osnowa austenityczna zachowana jest do 6,5% Al. Staliwo FERMANAL o strukturze austenitycznej zawierające od 0,9 do 1,1% C, 19 do 21% Mn, 5,5 do 6% Al, poniżej 0,08% P, poniżej 0,03% S i od 0,35 do 0,45% V, poddane dwuetapowej modyfikacji, najpierw w piecu przy pomocy FeTi a następnie w kadzi przy pomocy FeSi, posiada w stanie po odlaniu wytrzymałość na rozciąganie od 700 do 750 MPa oraz udarność od 0,6 do 0,8 MJ/m². Obecność ferrytu w strukturze (ponad 5%) powoduje obniżenie udarności staliwa, nawet do 0,3 MJ/m².

Reprezentatywna mikrostruktura staliwa FERMANAL została przedstawiona na rys 1.



Rys. 1. Mikrostruktura staliwa Fermanal (0,97% C, 20,45% Mn, 5,25% Al).

Fig. 1. Microstructure of the FERMANAL cast steel: (0,97% C, 20,45% Mn, 5,25%).

3. TECHNOLOGIA WYTAPIANIA STALIWA W PIECU ŁUKOWYM

3.1. Przygotowanie wsadu i ładowanie pieca

Wytopy prowadzono w elektrycznym piecu łukowym o pojemności 10t i zasadowym wyłożeniu w Zakładach Mechanicznych 'BUMAR' w Łabędach. Wsad do pieca stanowi złom stalowy, żelazomangan „affine” (80% Mn, 1,5% C, 0,32% P) oraz FeMn wysokowęglowy (65% Mn, 6,5% C). Natomiast Al w gatunku Al1 umieszczano na dnie kadzi i topiono palnikami gazowo-powietrznymi. Kategorycznie nie należy wprowadzać aluminium bezpośrednio do ciekłej kąpieli. Rozpuszczanie aluminium ma charakter silnie egzotermiczny co może spowodować podwyższenie temperatury, nawet do 2000°C (ilość dodawanego aluminium, przy zawartości 6%

wynosi około 550kg). Próba takiego sposobu wprowadzenia aluminium musiała zostać przerwana, bowiem doszło do częściowego stopienia sklepienia pieca. Dodatki żuźlotwórcze: wapno i fluoryt oraz materiały odtleniające (koksik i mielony FeSi 75) powinny być dobrze wysuszone. Przykładowy wsad jest następujący: złom stalowy – 6,000 kg, FeMn „affine” (80% Mn, 1,5% C) - 2,000 kg, - FeMn (65% Mn, 6,5%C) – 500 kg, wapno - 2% od masy wsadu, fluoryt - 0,4% masy wsadu.

Wsad ten ładuje się do pieca w następującej kolejności:

- na trzon pieca (spód kosza) – 2000 kg złomu,
- całkowita ilość FeMn „affine” plus FeMn (6,5% C) – środek kosza,
- reszta złomu stalowego – góra kosza.

3.2. Topienie

Zawisłe na skosach lub ścianach pieca kawałki wsadu należy ściągać do kąpeli. W końcowej fazie topienia utworzony żużel obsypuje się granulowanym lub mielonym FeSi 75 i po około 8 minutach ściąga żużel. Następnie naprowadza się nowy żużel z CaO i CaF₂ i dokonuje co najmniej dwukrotnego mieszania kąpeli. Następnie przeprowadza się pomiar temperatury kąpeli i pobiera próbkę do oznaczenia składu chemicznego. Zalecana temperatura po roztopieniu winna mieścić się w przedziale od 1480 do 1520°C, zaś zawartość węgla od 0,9 do 0,95% i Mn od 21 do 22,5%. Po tych czynnościach przeprowadza się ponowne ściągnięcie żużla.

3.3. Rafinacja

Po ściągnięciu żużla, wprowadza się poprzez lustro kąpeli Al „na drągu” w ilości 2 kg/t staliwa, a następnie tworzy żużel rafinujący z wapnia w ilości 25 kg/t i fluorytu 5 kg/t. Po roztopieniu tych składników na żużel narzuca się mieszkankę odtleniającą o składzie: koksik – 2 kg/t i CaSi – 2 kg/t. Po przemieszaniu kąpeli pobiera się drugą próbę do oznaczenia zawartości C i Mn. W miarę potrzeby dokonuje się korekcji zawartości manganu, a następnie przeprowadza się pomiar temperatury. Na tym etapie procesu metalurgicznego zalecana temperatura winna mieścić się w zakresie od 1460 do 1480°C. Na 10 minut przed spustem do kąpeli wprowadza się wygrzany FeV. Przed spustem ściąga się dokładnie żużel, a następnie dodaje przygotowaną ilość FeTi (I etap modyfikacji).

3.4. Spust staliwa

Temperatura kąpeli przed spustem powinna wynosić od 1450 do 1460°C. Spustu staliwa dokonuje się jednostajnym strumieniem do kadzi, w której znajduje się roztopione wcześniej Al w ilości około 550kg. W trakcie spustu prowadzi się II etap modyfikacji przy pomocy Fe-CaSi w ilości 2kg/t staliwa i o granulacji do 10 mm. W miarę potrzeby uzupełnienia żużla w kadzi, nasypuje się na powierzchnię kilka łopat CaO. Następnie dokonuje się pomiaru temperatury, przy czym może się okazać, że

wzrośnie ona o około 20 do 30°C, co jest wynikiem egzotermicznego efektu cieplnego podczas rozpuszczania aluminium.

3.5. Zalewanie form

Zalewanie form prowadzi się z temperatury od 1450 do 1470°C, z kadzi o średnicy wylewu 60 mm. Pod koniec zalewania pobiera się próbkę na oznaczenie: C, Al, Mn, P, S, V. Po zalaniu formy wlew główny i nadlewy obsypuje się materiałem izolacyjnym.

Wyniki przedstawione w pracy są podstawą do opracowania celu i zakresu badań w zadaniu badawczym **PBZ/I.2/2005 "Beznikłowe, paramagnetyczne staliwo na odpowiedzialne odlewy" realizowanego w ramach projektu PBZ-KBN-114/T08/2004.**

LITERATURA

- [1] Binczyk F. i inni: „Wpływ składu chemicznego oraz modyfikacji na strukturę, własności mechaniczne staliwa FERMANAL”. Praca naukowo-badawcza, problem międzyresortowy I-22, Katowice 1979.
- [2] Gierek A., Binczyk F., Sabela M., Mendera E.: „Wpływ składu chemicznego na własności mechaniczne i odlewnicze oraz kształtowanie struktury pierwotnej staliwa FERMANAL. Materiały na urządzenia energetyczne, technologiczne pracujące w podwyższonych temperaturach.” Materiały konferencyjne , M.R.I.22, Katowice 1980.
- [3] Binczyk F., Gierek A., Szymuszal J.: Beznikłowe austenityczne staliwo FERMANAL – technologia i właściwości, Inżynieria Materiałowa, nr 5, 1984.

SMELTING TECHNOLOGY OF THE AUSTENITIC CAST STEEL FERMANAL IN ELECTRIC ARC FURNACE

In this work the smelting technology of the austenitic cast steel FERMANAL in electric arc furnace is presented. Essence of this technology is the way of the aluminum inserting which before tapping was heating with gas burners ladle. FERMANAL cast steel is marked by lowered density and paramagnetic properties. This alloy is mainly designed for the trunks and elements of the electric engines and generators.

Recenzował Prof. Jan Głównia