

Streszczenie pracy doktorskiej pod tytułem:

Usuwanie cyny ze stopów z żelazem w warunkach obniżonego ciśnienia.

Autor:

mgr inż. Jakub Lipart

Obecnie produkcja stali na świecie oparta jest na dwóch technologiach, konwertorach tlenowych (BOF), oraz elektrycznych piecach łukowych (EAF). Podstawowym materiałem stosowanym w procesie produkcji stali w piecu elektrycznym jest złom stalowy. O czystości stali otrzymywanej w tym procesie decyduje jakość stosowanego złomu, głównie skład chemiczny. W ostatnich latach obserwowany jest wzrost zawartości cyny, która ze względu na swoją ograniczoną rozpuszczalność w żelazie ma duże skłonności do segregacji podczas krzepnięcia stali, powodując pogorszenie jej właściwości plastycznych. Cyna w ciekłej stali nie ulega utlenieniu w obecności żelaza ze względu na niższe powinowactwo do tlenu. Oznacza to, że nie można jej usunąć w typowym procesie metalurgicznym.

W pracy dokonano analizy wpływu podstawowych parametrów procesu technologicznego (temperatura, ciśnienie, skład chemiczny) wytopu stali w indukcyjnym piecu próżniowym na szybkość odparowania cyny z ciekłego żelaza. Określenie składu chemicznego stopu Fe-Sn pod kątem zmian zawartości cyny pozwoliło na wyznaczenie podstawowych parametrów kinetycznych analizowanego procesu. Stosowany zakres temperatury i ciśnienia pozwolił określić obszar w którym kontrola procesu determinowana jest transportem masy w fazie gazowej, a w jakim szybkość procesu będzie uzależniona jedynie od transportu masy w cieczy i szybkości parowania. W ramach pracy przeprowadzono badania próżniowego usunięcia cyny z ciekłego żelaza w zakresie ciśnień od 0,05 do 901 Pa i temperatur od 1898 do 1948 K. Podczas realizacji pracy stosowano indukcyjny piec próżniowy (VIM 20-50),

Metodyka badawcza polegała na przygotowaniu próbki stopu o określonej masie, która umieszczana była w tyglu magnezytowym, zamocowanym wewnątrz cewki indukcyjnej pieca. Po zamknięciu komory pieca obniżano ciśnienie do poziomu ok. 0,2 Pa. Następnie wprowadzano do komory argon podwyższając ciśnienie do ok. 100000 Pa. Ponownie obniżano ciśnienie do założonego poziomu, po czym nagrzewano wsad do warunków założonych w próbie. Czas trwania próby w zadanej temperaturze wynosił 1800 s. Pomiar temperatury odbywał się przy pomocy pirometru i termopary PtRh-Pt. W trakcie eksperymentu pobierano próbki ciekłego metalu, które poddawano analizie chemicznej. Po zakończeniu próby ciekły metal odlewano do wlewnicy grafitowej,

a po jego zastygnięciu i ochłodzeniu przestrzeni pieca otwierano komorę próżniową. Odlany metal także poddawano analizie chemicznej.

Analiza kinetyczna obejmowała trzy podstawowe etapy: transport z głębi fazy ciekłej; parowanie cyny z powierzchni ciekłego metalu oraz transport par cyny z powierzchni międzyfazowej do wnętrza fazy gazowej. Badania przeprowadzono dla stopów syntetycznych jak i stopu otrzymanego ze złomu stalowego. We wszystkich eksperymentach uzyskano ubytek masy cyny od kilku do 40%. Analiza otrzymanych wartości ogólnego współczynnika transportu masy wykazała znaczny wpływ ciśnienia na przebieg badanego procesu przetopu próżniowego stopu Fe-Sn. Dla zakresu ciśnień poniżej 1 Pa praktycznie nie obserwuje się wpływu ciśnienia na szybkość procesu parowania. Może to oznaczać, że dla takich wartości ciśnienia analizowany proces jest determinowany transportem masy w fazie ciekłej. Potwierdza to wyznaczona energia aktywacji procesu, której wartość jest tego samego rzędu, co energia aktywacji dyfuzji w ciekłych stopach metalicznych. Wykazano również, że skład chemiczny badanych stopów Fe-Sn, w zakresie stosowanego stężenia cyny, nie wykazuje istotnego wpływu na szybkość parowania.